N° d'ordre : 34

THÈSE

présentée

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE BESANÇON

pour obtenir

LE TITRE DE DOCTEUR DE TROISIÈME CYCLE

Spécialité : MÉTROLOGIE

par

Marie-Thérèse MOUCHET

Licenciée ès Sciences

—o—

SUR LES PROPRIETES CINEMATIQUES DES ETOILES A PARTICULIERES

—o—

Soutenue le 3 Juillet 1964, devant la Commission d'Examen

Monsieur J. DELHAYE, Président

Monsieur F. NAHON,
Madame A.M. ROZIS, } Examinateurs

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547626_0032

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

N° d'ordre : 34

T H E S E

présentée

A LA FACULTE DES SCIENCES DE L'UNIVERSITE DE BESANCON

pour obtenir

LE TITRE DE DOCTEUR DE TROISIEME CYCLE
(Spécialité : METROLOGIE)

SUR LES PROPRIETES CINEMATIQUES DES ETOILES A PARTICULIERES

par

Marie-Thérèse MOUCHET
Licenciée-ès-Sciences

Soutenue le 3 juillet 1964 , devant la Commission d'Examen

M.	J. DELHAYE	Président
M.	F. NAHON	Examinateurs
Mme	AM. ROZIS	

-oCo-
o

UNIVERSITE DE BESANCON

FACULTE DES SCIENCES

(à la date du 15 février 1964)

Doyen Honoraire : M. GLANGEAUD
Professeurs Honoraires : MM. BAILLAUD R, JULLIEN, THIRY, TRILLAT, UEBERSFELD, VINCENSINI

Maitre de Conférences Honoraire : M. GRANIER

DOYEN	: M.	JACQUEMIN	:	Chimie Appliquée
ASSESSEUR	: M.	MESNAGE	:	Chronométrie
PROFESSEURS	: MM.	TRONCHET	:	Botanique
		CHATELET	:	Mathématiques
		PERROT	:	Chimie Générale
		DREYFUSS	:	Géologie-Minéralogie
		THEOBALD	:	Paléontologie et Géologie stratigraphique
		CROISOT	:	Méthodes mathématiques de la Physique
		DELHAYE	:	Astronomie
		GUANTIN	:	Botanique
		CHALEAT	:	Mécanique Appliquée
		RIPPLINGER	:	Physiologie Animale
		NAHON	:	Mécanique Générale
		BERNARD	:	Chimie-Physique
		RIGAL	:	Calcul Numérique
	Mme	ROZIS	:	Physique
	MM.	THIEBAUT	:	Géologie-Minéralogie
		VIENOT	:	Physique

PROFESSEURS SANS CHAIRE :

MM.	DEVIN	:	Chimie Générale
	POTIER	:	Physique des Solides
	GOMOT	:	Zoologie
	MOTCHANE	:	Electronique

MAITRES DE CONFERENCES :

MM.	VALLEE	:	Mathématiques Appliquées
	REAL	:	Zoologie
	GOUARNE	:	Mathématiques
Mle.	LEGRAND	:	Botanique
	THEOBALD J.	:	Physique P. C. B. - S. P. C. N.
	REMOND	:	Chargé d'Enseignement de la Maitrise de Conférences de Chronomètrie.

CONSEILLER ADMINISTRATIF UNIVERSITAIRE : M. LAMBERT.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION p 2

CHAPITRE I ETUDE D'UN ECHANTILLON RESTREINT p 5

1) Propriétés cinématiques des étoiles Ap p 5
2) Comparaison des propriétés cinématiques des étoiles Ap avec celles des étoiles A normales p 17

CHAPITRE II CALCUL DES VITESSES DE 227 ETOILES Ap p 21

1) Rappel des formules permettant le calcul des vitesses spatiales p 30
2) Calcul des distances des étoiles p 32
3) Mouvements propres p 34
4) Comparaison des vitesses calculées aux vitesses d'Eggen p 35

CHAPITRE III RETOUR SUR LA DISTRIBUTION DES VITESSES DANS LE PLAN GALACTIQUE p 36

CHAPITRE IV SUR UNE RELATION POSSIBLE ENTRE LE GROUPE C ET LE SYSTEME LOCAL DE GOULD p 41

BIBLIOGRAPHIE p 43

SUR LES PROPRIETES CINEMATIQUES DES ETOILES A PARTICULIERES.

On sait, depuis les travaux de Miss Maury (1897) que certaines étoiles présentent des particularités spectrales rendant leur classement difficile.

Il en est ainsi, en particulier pour un groupe d'étoiles que l'on classe entre les types A1 et A5 si l'on utilise la raie K du calcium ionisé, entre les types A8-F0 si l'on considère les raies de l'hydrogène.

Pour certaines étoiles la présence, dans leur spectre de raies métalliques intenses et nombreuses a amené Titus et Morgan en 1940 à les appeler étoiles à raies métalliques (Am).

Pour d'autres, les particularités concernent seulement quelques raies métalliques : Si II, Sr II, Eu II. Ce sont les étoiles Ap (Roman, Morgan, Eggen, 1948).

L'interprétation théorique de ces anomalies spectrales peut être abordée de deux points de vue différents : en supposant qu'elles proviennent d'anomalies, soit de structure, soit de composition chimique.

L'étude de particularités cinématiques éventuelles permettrait d'apporter aux théoriciens d'importantes informations.

C. Bertaud (1959) a publié un catalogue de 660 étoiles plus brillantes que la magnitude 11. Ce catalogue a servi de base au présent travail dont l'objet est de comparer les propriétés cinématiques des étoiles Ap à celles des étoiles A normales.

Nous examinerons d'abord un échantillon restreint constitué d'étoiles dont la vitesse est connue avec une précision relativement grande.

Nous enrichirons ensuite ce matériel en calculant de nouvelles vitesses pour environ 200 étoiles, nous examinerons enfin dans quelle mesure les propriétés du matériel ainsi enrichi reflètent celles de l'échantillon restreint étudié d'abord et nous proposerons, en conclusion de ce travail, l'hypothèse d'une relation possible entre certaines étoiles Ap et le système local de Gould.

Ce travail a été effectué à l'Observatoire de Besançon, sous la direction de Monsieur Delhaye à qui je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance pour les moyens qu'il a mis à ma disposition et les précieux conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer.

J'ai pu bénéficier également de fructueux contacts et d'enrichissantes conversations avec Messieurs Nahon, Bonneau, Massonie. Qu'ils veuillent bien trouver ici l'expression de ma gratitude.

I ETUDE D'UN ECHANTILLON RESTREINT

1) PROPRIETES CINEMATIQUES DES ETOILES Ap.

Vyssotsky a publié en 1951, une liste de vitesses de 417 étoiles A, situées à moins de 100 parsecs du soleil, comprenant de nombreuses étoiles particulières.

Les parallaxes utilisées sont celles du catalogue d'étoiles brillantes de l'observatoire Yale, les vitesses radiales sont rapportées au système de Lick et les mouvements propres au FK3. Des corrections ont été appliquées pour éliminer les effets de la rotation galactique ainsi que ceux des erreurs sur les constantes de la précession.

72 étoiles du catalogue de Bertaud figurent dans la liste de Vyssotsky. Leurs magnitudes sont comprises pour la plupart entre 4 et 5,5 et elles sont réparties sur toute la portion de la sphère céleste située au nord du parallèle $\delta = -20°$

Le tableau I donne la liste de ces étoiles.

TABLEAU I

Colonne

n° 1	numéro de l'étoile dans le BS
2	magnitude visuelle
3	type spectral
4 & 5	coordonnées équatoriales pour l'équinoxe 1900,0
6 & 7	coordonnées galactiques l^{II}, b^{II}
8 & 9 & 10	composantes de la vitesse spatiale

Les vitesses par rapport au soleil sont projetées sur 3 axes dont les directions sont les suivantes :

	l^I	b^I
axe $\dot{x}$	56°	0°
axe $\dot{y}$	146°	0°
axe $\dot{z}$	-	90°

- : - : - : - : - : -

TABLEAU 1.

BS	m	Sp	α	δ	l^{II}	b^{II}	$\dot{x}$	$\dot{y}$	$\dot{z}$
15	2,2	Aop	$0^h\ 3^m,2$	+28°32'	112°	- 33°	- 33	+ 6	- 18
478	5,5	Aop	1 34, 9	+67 32	127	+ 6	- 9	+ 21	+ 2
545-6	4,0	Aop	1 48, 0	+18 48	142	- 41	- 25	+ 7	- 13
595-6	4,0	A2p	1 56, 9	+ 2 17	155	- 56	- 3	+ 8	- 4
613	5,1	Ao	2 1, 0	+22 11	144	- 37	- 4	+ 10	- 2
1 240	4,7	Aop	3 55, 7	-24 18	220	- 47	- 11	+ 16	- 11
1 268	5,3	Aop	4 0, 5	+27 21	167	- 18	- 23	+ 1	- 8
1 329	4,8	A3	4 11, 4	+20 20	175	- 21	- 2	+ 10	- 14
1 389	4,2	A2	4 19, 7	+17 42	178	- 21	- 18	+ 38	+ 1
1 458	4,4	A3	4 30, 2	+ 9 57	186	- 24	- 15	+ 26	- 8
1 478	5,2	A2	4 33, 4	+15 36	182	- 20	- 21	+ 15	- 8
1 483	5,0	A2	4 34, 3	-12 19	208	- 34	+ 4	- 1	- 11
1 511	5,4	A2	4 39, 7	+56 35	151	+ 8	- 31	+ 41	- 13
1 519	5,4	AC	4 40, 5	+11 31	186	- 21	- 18	+ 39	+ 1
1 570	4,7	AC	4 49, 4	+10 0	189	- 20	- 38	+ 0	- 12
1 638	4,6	B9	4 58, 9	+15 16	186	- 15	- 17	+ 14	- 5
1 672	5,4	A2	5 3, 8	+ 9 42	191	- 17	- 20	+ 37	+ 3
1 702	3,3	Aop	5 8, 4	-16 19	217	- 28	- 24	+ 14	- 7
1 791	1,8	B8	5 20, 0	+28 31	178	- 3	- 29	+ 6	- 14
2 029	4,9	A2	5 46, 5	+55 41	157	+ 15	+ 5	- 11	- 4
2 095	2,7	Aop	5 52, 9	+37 12	174	+ 7	- 16	+ 29	+ 5
2 124	4,2	A2	5 56, 9	+ 9 39	198	- 6	- 20	+ 37	- 3
2 890-1	1,6	Ao	7 28, 2	+32 6	187	+ 23	- 4	+ 8	- 11
3 109	6,0	A2p	7 53, 2	+60 36	157	+ 32	- 4	+ 12	- 21
3 354	5,4	Ao	8 25, 6	+65 29	150	+ 35	- 21	+ 6	- 18
3 572	4,3	A3	8 53, 0	+12 15	217	+ 34	+ 4	- 14	- 6
3 595	5,4	Ao	8 56, 9	+24 51	202	+ 39	+ 4	- 12	- 11
3 619	4,5	A3p	9 1, 9	+52 0	167	+ 42	- 5	+ 14	- 14
4 300	4,4	Ao	10 57, 0	+20 43	223	+ 65	+ 13	+ 3	- 9
4 752	5,4	Aop	12 23, 9	+26 28	226	+ 85	- 9	+ 3	- 3

BS	m	Sp			II l	II b	$\dot{x}$	$\dot{y}$	$\dot{z}$
			h						
4 905	1,7	Aop	12 48,6	+56° 30	122	+61	+ 0	- 9	- 11
5 054-5	2,2	A2p	13 19,9	+55 26	113	+62	+ 3	- 14	- 10
5 105	4,9	A2p	13 29,1	+ 4 10	328	+64	+ 6	- 9	- 15
5 109	5,5	A2p	13 30,3	+55 52	111	+60	- 10	+ 5	- 6
5 291	3,6	Aop	14 1,7	+64 51	110	+51	- 17	+14	- 10
5 349	5,3	A3	14 12,5	- 60 48	313	+ 0	- 38	+ 5	- 3
5 359	4,6	A2	14 13,7	- 12 55	333	+44	+ 5	+12	- 1
5 523	5,4	A2p	14 43,8	- 13 44	341	+40	- 23	+12	+ 6
5 531	2,9	A3	14 45,3	- 15 38	340	+38	- 8	+11	- 6
5 652	4,7	Aop	15 6,5	- 19 25	343	+32	- 17	+12	- 8
5 719	5,4	Ao	15 18,2	- 39 22	332	+14	- 19	+15	- 8
5 762	5,5	A2	15 26,8	- 19 20	347	+29	- 14	+29	- 22
5 843	5,3	Aop	15 37,1	+13 10	22	+48	+ 7	- 9	- 9
5 857	5,5	Aop	15 40,2	+52 40	83	+50	- 23	+26	+ 2
5 892	3,8	A2	15 45,8	+ 4 47	13	+41	+15	+ 4	- 12
5 971	4,9	Ao	15 57,4	+30 7	48	+48	- 18	+12	- 12
5 982	4,6	B9	15 59,6	+46 19	73	+48	+19	- 31	- 13
6 023	4,3	B9p	16 5,6	+45 12	71	+47	- 11	+19	- 7
6 031	4,9	A2	16 6,6	- 9 48	3	+29	- 5	+ 5	- 4
6 117	4,5	Aop	16 20,8	+14 16	29	+38	- 4	- 3	- 12
6 129	4,7	A2	16 22,4	- 8 9	7	+27	- 13	+33	+ 0
6 161	5,0	B8p	16 28,2	+68 59	101	+38	- 11	+13	- 3
6 234	5,3	Aop	16 42,8	+ 5 25	22	+29	- 21	+ 7	- 8
6 254	4,9	A2p	16 46,3	+46 10	72	+40	+ 0	- 15	- 7
6 484-5	4,1	Ao	17 20,2	+37 14	61	+33	- 23	+12	+ 2
7 056	4,3	A3	18 41,3	+37 30	67	+17	- 13	+16	- 10
7 069	4,4	A3	18 42,6	+18 4	48	+ 9	- 23	+42	- 8
7 736	5,0	Ao	20 10,8	+36 30	74	+ 1	- 10	+28	- 4
7 879	5,2	A2p	20 32,8	+74 37	108	+20	+11	+ 3	- 2
7 990	4,8	A3	20 47,3	- 9 22	39	- 31	- 13	+11	- 7

BS	m	Sp			l^{II}	b^{II}	$\dot{x}$	$\dot{y}$	$\dot{z}$
8 216	5,3	A3	21^h 23,3	+ 48° 24'	92	- 1	- 15	+ 23	- 9
8 410	5,2	A3	21 59,7	- 1 24	59	- 42	+ 2	- 17	- 18
8 417	4,4	A3	22 0,9	+ 64 8	106	+ 7	- 16	+ 26	- 7
8 911	4,9	A2p	23 21,8	+ 0 42	83	- 55	- 20	+ 5	- 8
8 937	4,5	B9	23 27,6	- 38 22	355	- 71	- 8	+ 29	- 11
9 031	5,3	Aop	23 46,2	- 19 28	61	- 74	- 1	+ 6	- 14
1 643	5,38	Aop	4 59,7	+ 73 49	138	+ 19	0	+ 16	- 1
1 971	5,52	Ao	5 38,2	+ 49 47	162	+ 11	0	- 4	- 5
4 072	4,92	Ao	10 16,9	+ 66 4	144	+ 45	- 5	+ 4	0
4 817	4,79	B8p	12 34,4	- 39 26	301	+ 23	- 24	+ 3	- 3
4 915	2,90	Aop	12 51,4	+ 38 52	118	+ 79	- 18	+ 43	- 2
5 351	4,26	Ao	14 12,6	+ 46 33	87	+ 65	- 7	+ 36	- 4

En projection sur le plan galactique les vitesses de ces étoiles sont distribuées selon les figures 1 et 2 ; la figure 1 représentant la distribution ponctuelle et la figure 2 des courbes d'égale densité tracées au mieux parmi les points de la figure 1, en remplaçant chaque point par une distribution de masse conforme au schéma ci-dessous.

	1	2	2	2	2	1	
1	2	3	4	4	3	2	1
2	3	5	6	6	5	3	2
2	4	6	10	10	6	4	2
2	4	6	10	10	6	4	2
2	3	5	6	6	5	3	2
1	2	3	4	4	3	2	1
	1	2	2	2	2	1	

Les courbes d'égale densité de la figure 2 présentent une allure très particulière : elles font apparaître un certain nombre de "concentrations" de points vitesse qui, si l'on excepte l'une d'entre elles, s'alignent remarquablement bien le long d'une droite inclinée d'environ 25° sur l'axe ẏ dans une direction qui rappelle celle du vertex dévié des étoiles A.

Le long de cette droite, la densité varie relativement peu. La forme des courbes permet de proposer 5 régions de "concentrations" représentées sur la figure 3 et dont les centres sont indiqués dans le tableau 2.

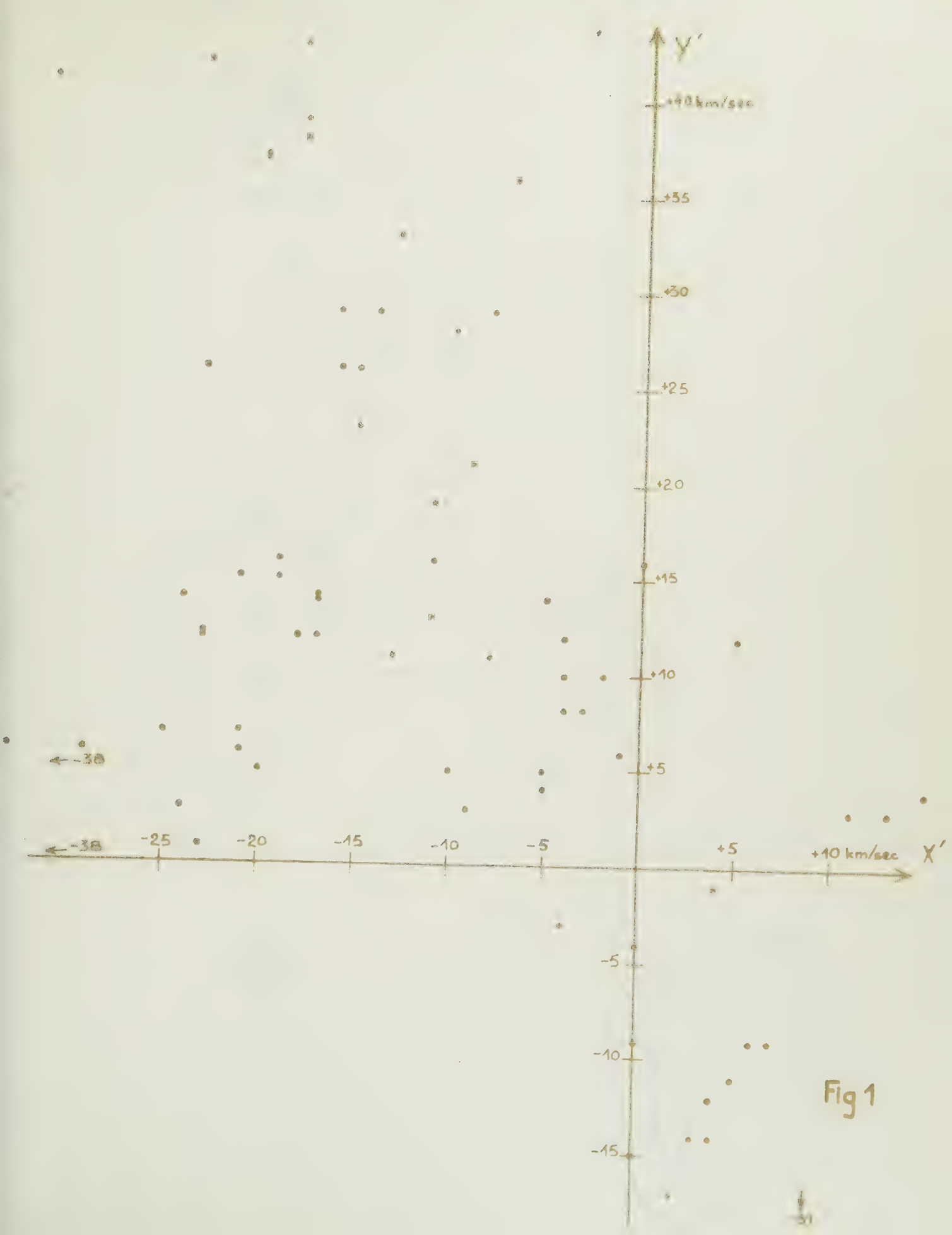


Fig 1

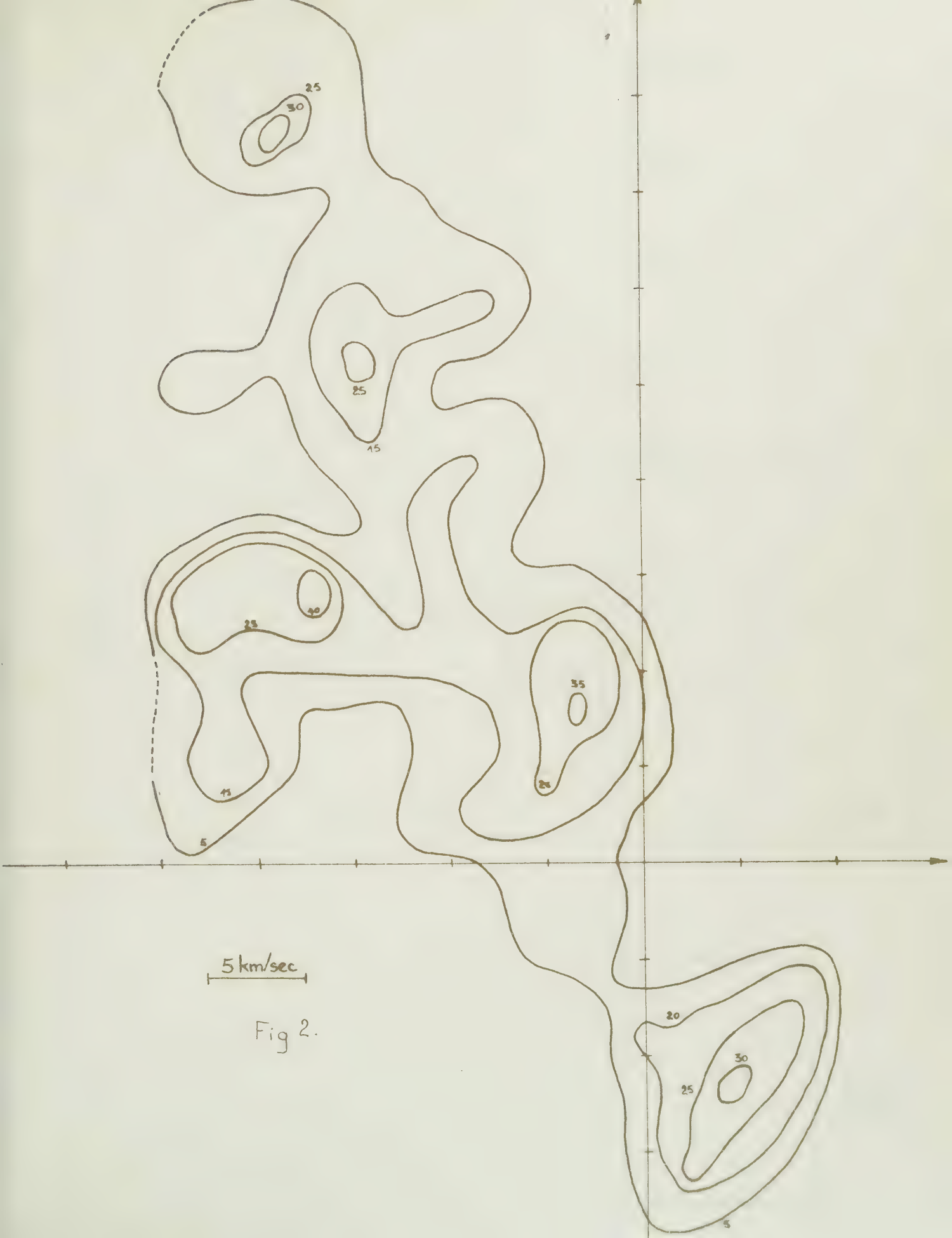


Fig 2.

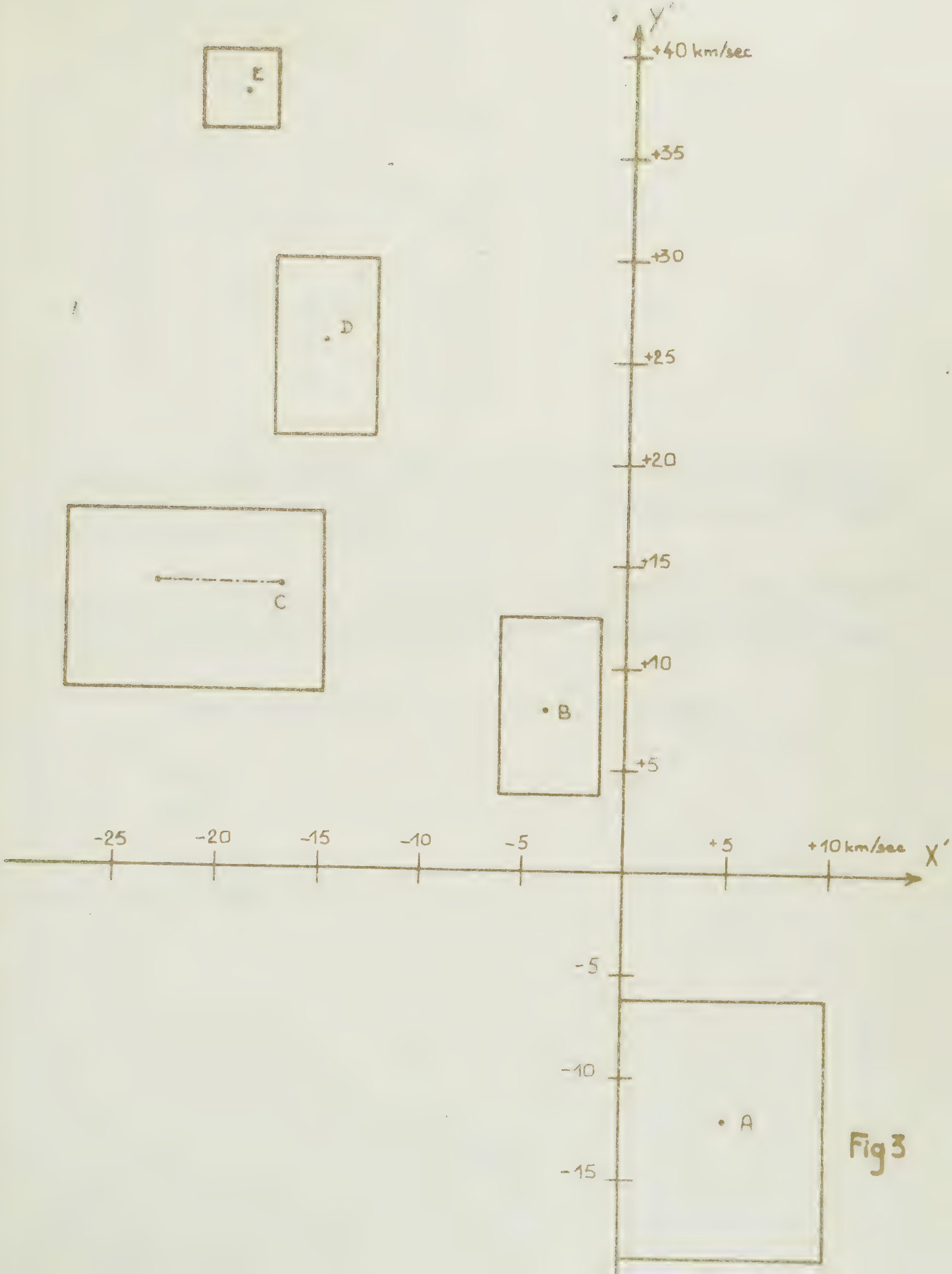


Fig 3

Tableau 2

	$\dot{x}$	$\dot{y}$	$\dot{z}$
A	+ 5	- 12	- 10
B	- 4	+ 8	- 10
C	- 17 → - 23	+ 14	- 6
D	- 15	+ 26	- 7
E	- 19	+ 38	- 1

Les valeurs de x et y qui figurent dans ce tableau sont simplement suggérées par la figure 2, tandis que les valeurs de z résultent du calcul de la valeur moyenne de la composante perpendiculaire au plan galactique des étoiles situées dans chacune des régions.

Cette propriété s'apparente aux groupes d'étoiles étudiées par Eggen (1960) ; parmi les groupes définis par Eggen, deux figurent dans le tableau 2. Ce sont ces groupes de Sirius et des Hyades qui correspondent respectivement aux groupes A et E de ce tableau.

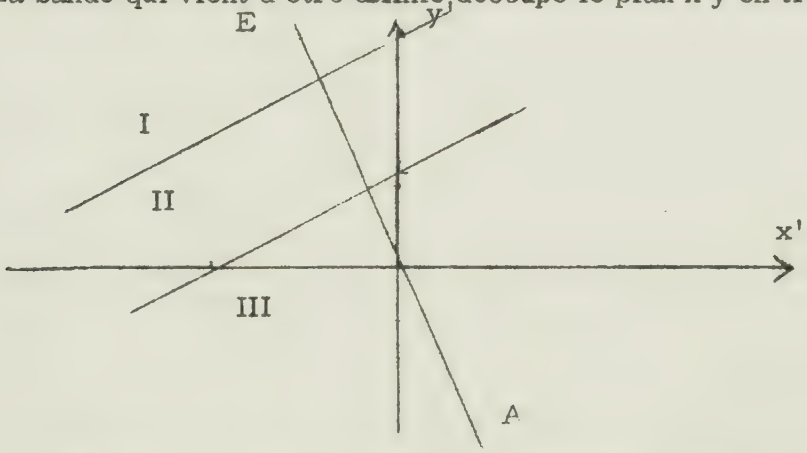
Leurs vitesses moyennes sont, en effet, selon Eggen :

	$\dot{x}$	$\dot{y}$	$\dot{z}$
Sirius	0	- 14	- 12
Hyades	- 18	+ 40	- 2

Il convient d'examiner particulièrement le problème que pose la concentration désignée par C.

L'examen des figures 1 et 2 montre que les étoiles dont les points vitesses sont voisins de la région C se trouvent toutes dans une bande limitée par les perpendiculaires à AE correspondant aux composantes - 25 et - 10 km/s suivant AE, cette droite étant orientée de E vers A.

La bande qui vient d'être définie découpe le plan $\dot{x}\ \dot{y}$ en trois régions I, II, III.

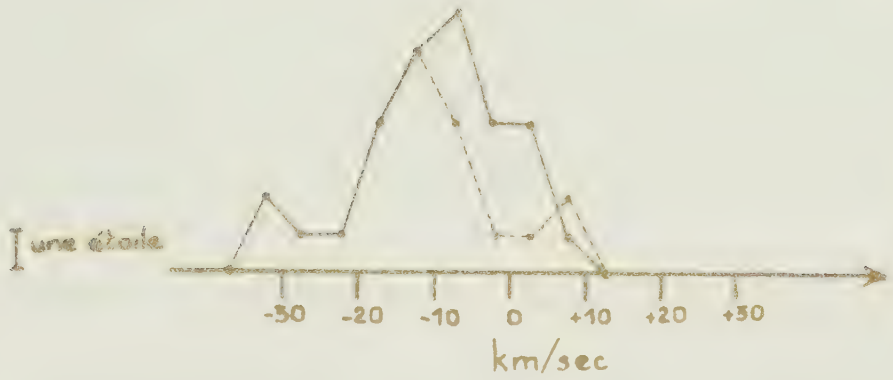


Les vitesses ont été dénombrées en projection sur la droite perpendiculaire à AE, d'une part pour la région II (appelée plus loin région "intérieure"), d'autre part pour les régions I et III réunies (région "extérieure") .

Les résultats de ces dénombrements sont donnés dans le tableau 3 et représentés sur les figures 4.

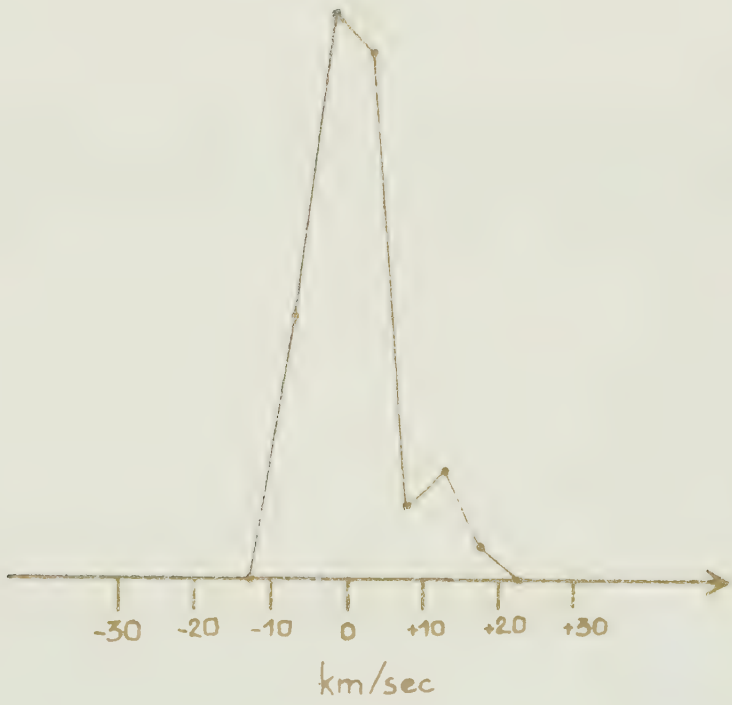
TABLEAU 3

Vitesse en km/s	Région II	Régions I + III
- 35		
- 30	2	
- 25	1	
- 20	1	
- 15	4	
- 10	6	
- 5	7	7
0	4	15
+ 5	4	14
+ 10	1	2
+ 15		3
+ 20		1
+ 25		
+ 30		



Région "intérieure"

Fig 4A



Région "extérieure"

Fig 4B

En composant les deux distributions observées, on constate qu'il n'y a pas de points de la région dite "extérieure" de vitesse inférieure à - 10 km/s. On peut penser, alors, que parmi les 30 étoiles de la région "intérieure" un certain nombre appartiennent au groupe C, les autres représentant une fraction k de la population de la région "extérieure". Si l'on suppose que le maximum de la distribution des vitesses des étoiles de la courbe 4A qui appartiennent au groupe C se situe aux environs de - 12,5 km/s, on trouve que sur 30 étoiles, 22 appartiennent au groupe C, les 8 autres à la région "extérieure".

Celle-ci comptant 42 étoiles, on en déduit $k = \frac{1}{5}$

La distribution des vitesses des étoiles du groupe C déduite d'une symétrie par rapport à - 12,5 -dans l'hypothèse où toutes les vitesses inférieures à cette valeur concernent des étoiles du groupe C- est la suivante :

- 35	2	- 15	6
- 30	1	- 10	4
- 25	1	- 5	1
- 20	4	0	1
- 15		+ 5	2
		+ 10	

La distribution des vitesses des étoiles n'appartenant pas au goupe C et situées dans la région "intérieure" peut d'autre part, être déduite du tableau 3 en appliquant le facteur de proportionnalité $k = \frac{1}{5}$ trouvé plus haut. On obtient pour ces étoiles :

- 10	1
- 5	3
0	3
+ 5	0
+ 10	1
+ 15	0
+ 20	

et il devient possible de "calculer" la distribution totale des vitesses de la région intérieure,

- 35	2	- 5	4
- 30		0	4
- 25	1	+ 5	2
- 20	1	+ 10	1
- 15	4	+ 15	0
- 10	6	+ 20	
- 5	5		

et de la comparer à la distribution observée

- 35	2	- 5	4
- 30	1	0	4
- 25	1	+ 5	1
- 20	4	+ 10	
- 15	6	+ 15	
- 10	7	+ 20	
- 5		+ 25	

on peut constater que l'accord entre les deux distributions est satisfaisant et l'on en déduit qu'il est possible de considérer la distribution des vitesses dans la région intérieure comme résultant de la superposition de la "concentration C" et d'une distribution analogue à celle des régions extérieures.

La considération des régions extérieures permet en outre d'étudier la forme d'une section du nuage de vitesses par un plan perpendiculaire à la droite AE. Si l'on calcule en effet la dispersion des vitesses dans la direction perpendiculaire à AE pour les étoiles de la région extérieure, on trouve $\sigma = 5,9$ km/s tandis qu'on trouve pour la dispersion des vitesses des mêmes étoiles dans la direction perpendiculaire au plan galactique $\sigma = 6$ km/s.

Il semble donc que la structure de la distribution des vitesses des étoiles appartenant aux "concentrations" alignées suivant AE soit circulaire en projection sur un plan perpendiculaire à AE.

2) COMPARAISON DES PROPRIETES CINEMATIQUES DES ETOILES Ap AVEC CELLES DES ETOILES A NORMALES.

Il semble intéressant de voir si les propriétés qui viennent d'être mises en évidence se retrouvent lorsqu'on étudie les vitesses des étoiles A normales.

Le matériel utilisé est celui du catalogue de Vyssotsky déjà cité.

Les étoiles considérées sont au nombre de 352 de type compris entre B8 et A3 et de magnitude comprise entre 4 et 5,5 dans leur grande majorité.

Projetées sur le plan galactique leurs vitesses sont distribuées selon les figures 5 et 6.

Les propriétés générales paraissent les mêmes que celles des étoiles Ap. On peut, en particulier, comme pour les étoiles Ap supposer que les étoiles de la figure 5 appartiennent à des courants dont les centres sont alignés sur la droite AE et à une concentration autour du point C (- 17 → - 23, + 14).

Les vitesses ont été dénombrées en projection sur la droite perpendiculaire à AE , d'une part pour la région II, d'autre part pour les régions I et III réunies.

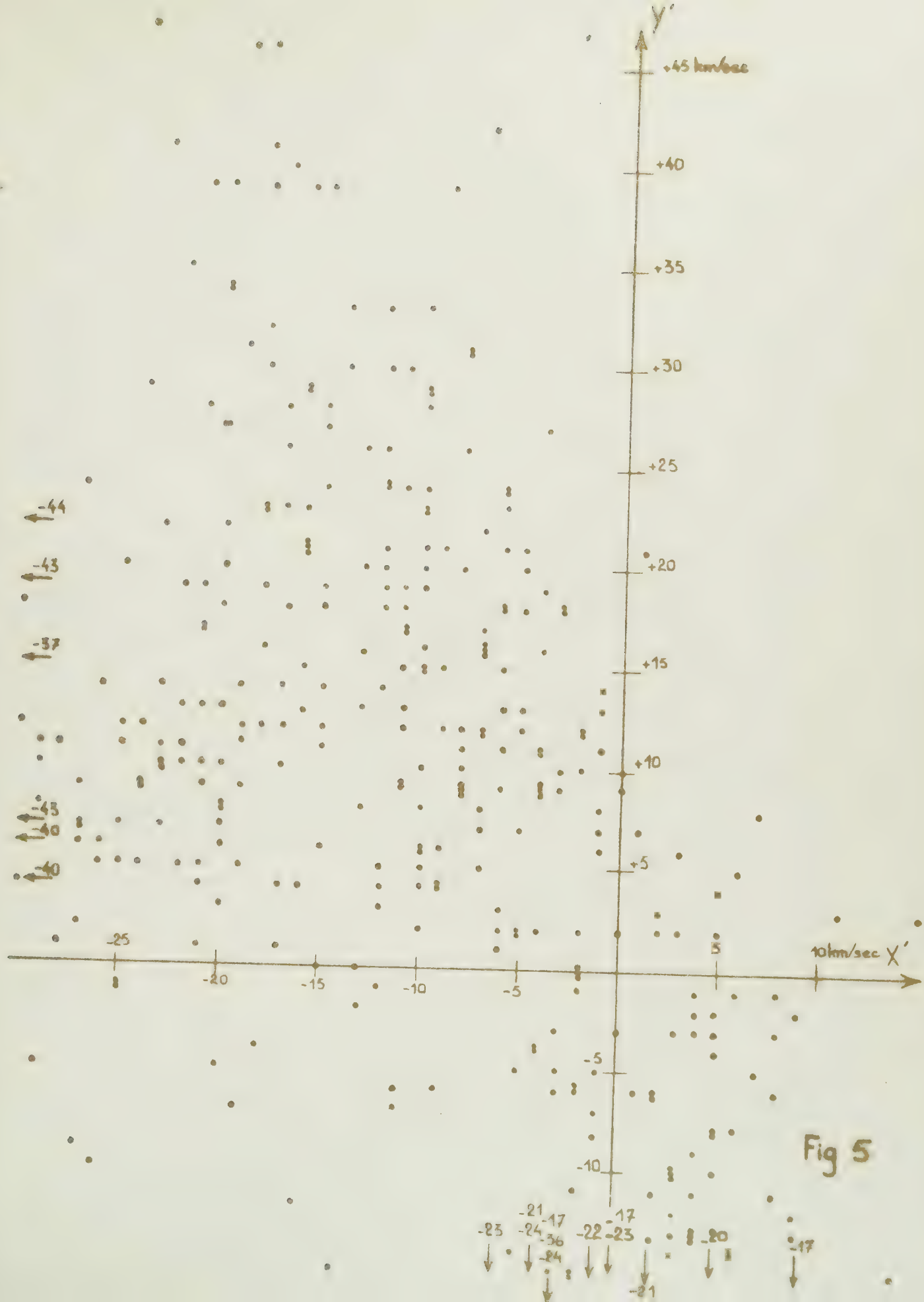

Y'
+45 km/sec
+40
+35
+30
+25
+20
+15
+10
+5
-5
-10
-44
-43
-37
-45
-40
-40
-25
-20
-15
-10
-5
5
10km/sec X'
-23
-21
-24
-17
-36
-24
-22
-17
-23
-21
-20
-17

Fig 5

Les résultats de ces dénombrements sont donnés dans le tableau 4 et présentés sur les figures 7A et B.

TABLEAU 4

Vitesse en km/s.	Région II	Régions I + III
- 35	2	1
- 30	1	6
- 25	14	1
- 20	18	10
- 15	23	19
- 10	17	29
- 5	32	67
0	29	52
+ 5	8	18
+ 10	1	3
+ 15	0	1
+ 20		

Si l'on suppose ici encore que le maximum de la distribution des vitesses des étoiles de la courbe 7A se situe aux environs de - 12,5 km/s, on trouve que sur les 145 étoiles de la région "intérieure" 93 appartiennent au groupe C, les 52 autres représenteront une fraction k' de la population extérieure ; celle-ci comptant 207 étoiles, k' est voisin de 1/4.

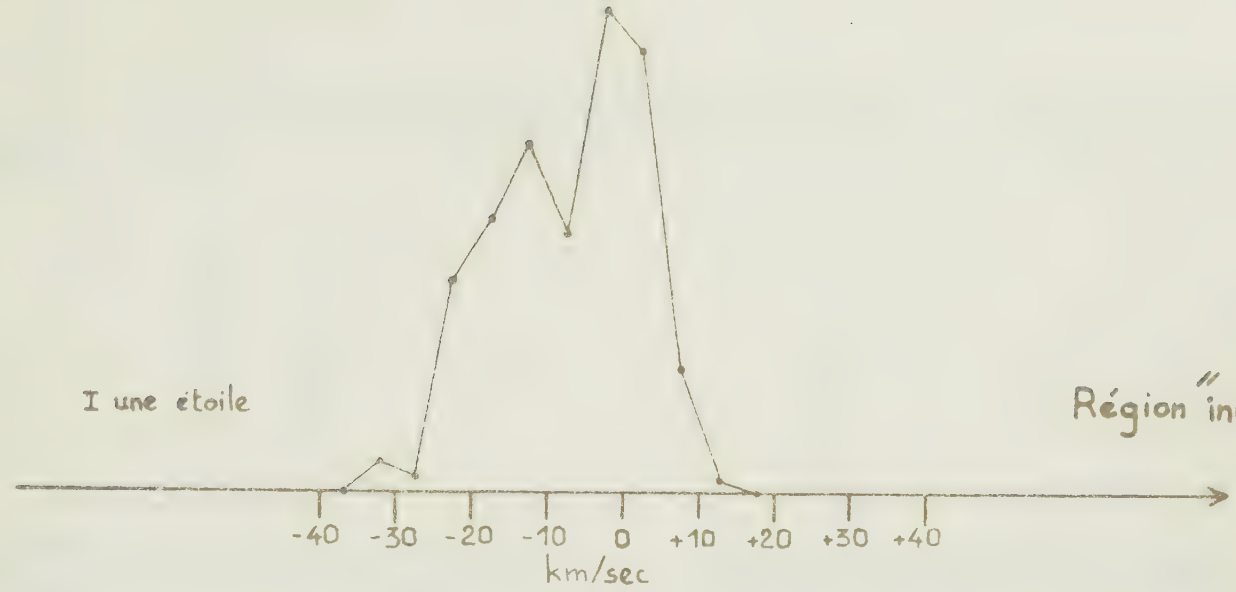

I une étoile
Région "intérieure"
-40 -30 -20 -10 0 +10 +20 +30 +40
km/sec

Fig 7A

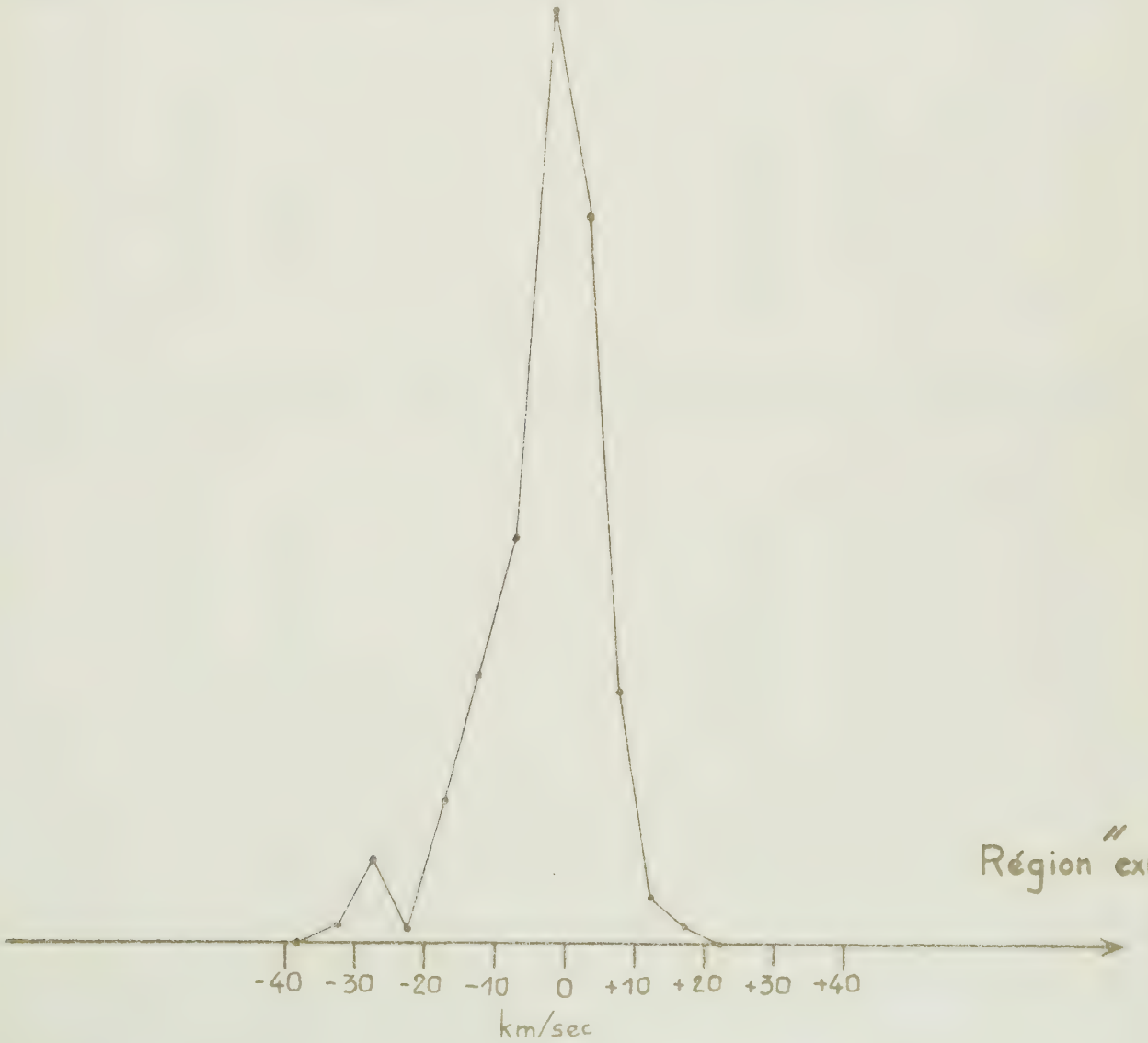

Région "extérieure"
-40 -30 -20 -10 0 +10 +20 +30 +40
km/sec

Fig 7B

Dans l'hypothèse où toutes les vitesses inférieures à - 12,5 km/s correspondent à des étoiles du groupe C, la distribution des étoiles du groupe C, dans la région "intérieure" s'écrit :

- 35		- 5	14
- 30	2	0	1
- 25	1	+ 5	2
- 20	14	+ 10	
- 15	18	+ 15	
- 10	23	+ 20	
- 5	18	+ 25	

la distribution des vitesses des étoiles de la région intérieure n'appartenant pas au groupe C s'obtient alors à partir de celle des étoiles de la région extérieure comme plus haut.

- 35		- 5	17
- 30	0	0	13
- 25	1	+ 5	4
- 20	0	+ 10	1
- 15	2	+ 15	
- 10	5	+ 20	
- 5	7	+ 25	

Ce qui conduit à la distribution "calculée" suivante pour toutes les étoiles de la région intérieure.

- 35		- 5	31
- 30	2	0	14
- 25	2	+ 5	6
- 20	14	+ 10	1
- 15	20	+ 15	
- 10	28	+ 20	
- 5	25		

la distribution "observée" étant :

- 35	2	- 5	32
- 30	1	0	29
- 25	14	+ 5	8
- 20	18	+ 10	1
- 15	23	+ 15	0
- 10	17	+ 20	
- 5		+ 25	

Les écarts entre les 2 distributions "observées" et "calculée" sont ici importants, les résultats ne concordant pas d'une manière satisfaisante.

Il semble donc que la distribution des vitesses des étoiles A normales, tout en présentant une ressemblance globale avec celles des étoiles Ap ne comporte pas la distinction, si nette pour les étoiles Ap entre la population "cylindrique" allongée suivant AE et la concentration C, le matériel utilisé ne parait pas suffisant pour qu'on puisse préciser davantage ces différences.

II CALCUL DES VITESSES DE 227 ETOILES Ap.

Afin d'accroitre le matériel étudié dans la première partie les vitesses spatiales ont ét calculées pour les 227 étoiles Ap du catalogue de Bertaud pour lesquelles ce calcul était possible.

Les magnitudes de ces étoiles sont en général comprises entre 4 et 6 et leurs types spectraux entre Ao et A5. En direction, elles se trouvent au nord du parallèle $\delta = -75°$

Le tableau 5 en donne la liste.

Colonne	
N° 1	numéro de l'étoile dans le catalogue de Bertaud
2	magnitude visuelle
3	type spectral
4 & 5	coordonnées équatoriales pour l'équinoxe 1900,0
6 & 7	coordonnées galactiques l^{II}, b^{II}
8	vitesse radiale en km/s.
9 & 10	mouvements propres $\mu_\alpha \cos\delta$ et μ_δ en secondes de degré, par an
11	parallaxe en secondes
12 & 13 & 14	composante de la vitesse spatiale en axes galactiques

TABLEAU 5

N° B	m	Sp	α	δ	l^{II}	b^{II}	R
1	2,15	Aop	0h 3m 2	+ 28° 32'	112°	- 33°	- 11,7
2	6,71	Aop	0 23,2	+ 31 53	117	- 30	- 18,0
3	5,26	Fo	0 24,8	+ 29 12	117	- 33	- 10,2
5	6,43	Ao	0 27,1	+ 42 57	119	- 19	- 21,0
12	6,12	Ao	0 44,7	+ 44 27	122	- 19	+ 1,6
21	5,53	Ao	1 17,9	37 12	129	- 25	+ 13,0
26	6,34	Ao	1 32,5	+ 44 54	131	- 17	+ 3,0
28	5,54	Aop	1 34,9	+ 67 32	127	6°	+ 5,1
30	6,62	Aop	1 40,4	+ 8 4	144	- 53	+ 19,0
32	4,83	Aop	1 48,0	+ 18 48	142	- 42	- 0,6
36	4,74	Aop	2 0,0	- 29 47	227	- 74	+ 18,5
37	5,08	Ao	2 1,0	+ 22 11	144	- 38	+ 11,5
38	6,20	Ao	2 5,6	+ 31 3	141	- 29	+ 11
39	5,56	Aop	2 14,4	+ 49 42	137	- 10	- 2
41	4,59	A5p	2 20,8	+ 66 57	132	6	+ 1,2
42	5,84	A2	2 21,2	- 15 47	189	- 66	- 8
43	7,25	Aop	2 34,1	+ 43 40	143	- 15	+ 5
47	6,27	Ao	2 44,2	+ 57 53	138	- 1	- 4,8
51	5,18	Aop	2 51,2	+ 31 32	151	- 24	+ 7,7
52	7,35	Ao	2 53,1	+ 59 17	138	0°	- 1
53	5,91	A2	2 56,0	+ 26 4	156	- 28	- 4
57	5,65	Aop	3 6,3	+ 26 53	158	- 26	+ 11
58	5,92	Aop	3 8,2	+ 56 45	141	- 1°	- 11,9
59	6,42	A2	3 9,8	+ 34 19	153	- 20	+ 25,2
60	4,90	A3	3 11,0	- 9 11	191	- 52	- 7
61	7,02	Aop	3 24,0	+ 16 25	169	- 33	+ 2,4
62	5,80	Ao	3 26,9	+ 39 34	153	- 13	+ 3,7
65	5,57	A2	3 38,1	+ 36 9	158	- 15	+ 21,8
67	5,94	Fo	3 50,6	- 12 24	203	- 45	+ 22,4
68	4,69	Aop	3 55,7	- 24 18	219	- 48	+ 24,0

$\mu_\alpha \cos\delta$	μ_δ	π	U	V	W
+ 0,142	- 0,161	0,052	- 2	- 21	- 8
- 0,019	- 0,024	0,006	+ 26	- 14	- 6
+ 0,044	- 0,053	0,022	0	- 17	- 5
+ 0,021	- 0,010	7	- 1	- 26	0
+ 0,075	+ 0,004	9	- 34	- 20	+ 1
+ 0,081	- 0,018	11	- 34	- 15	- 8
-0,034	+ 0,015	8	+ 13	+ 17	+ 4
+ 0,051	- 0,008	11	- 21	- 10	+ 1
+ 0,031	- 0,013	7	- 22	- 13	- 16
+ 0,082	- 0,102	15	- 9	- 37	- 16
+ 0,011	+ 0,006	16	- 7	- 5	- 17
+ 0,020	- 0,034	13	- 10	- 7	- 14
+ 0,040	- 0,010	8	- 23	- 13	- 3
+ 0,035	- 0,027	11	- 10	- 15	- 5
- 0,019	+ 0,010	32	+ 2	+ 3	+ 1
- 0,057	- 0,048	12	+ 30	+ 1	- 5
+ 0,021	- 0,005	5	- 17	- 12	+ 3
- 0,067	+ 0,014	8	+ 30	+ 26	- 10
+ 0,000	- 0,033	13	- 5	- 4	- 13
+ 0,002	- 0,030	5	- 9	- 11	- 24
- 0,013	+ 0,006	12	+ 6	+ 4	+ 1
+ 0,012	- 0,015	10	- 11	- 5	- 7
- 0,003	+ 0,002	9	+ 11	- 6	0
+ 0,045	- 0,033	9	- 34	- 16	- 10
- 0,002	+ 0,045	26	0	+ 7	+ 8
+ 0,028	- 0,024	6	- 8	- 28	- 1
+ 0,008	- 0,040	10	- 7	- 13	- 14
+ 0,046	-0,035	14	- 27	- 10	- 5
- 0,053	- 0,040	16	- 1	- 4	- 30
+ 0,016	+ 0,008	16	- 16	- 12	- 14

71	5,27	Aop	4h 0,5	+ 27° 21'	167°	- 19°	- 2,0
73	4,80	A3	4 11,4	+ 20 20	175	- 22	+ 15,7
74	5,32	Aop	4 13,6	+ 21 32	173	- 20	+ 12,4
77	5,76	A3	4 16,4	13 50	180	- 25	+ 41,2
78	5,68	A2	4 17,7	+ 16 32	178	- 23	+ 35,0
79	4,24	A2	4 19,7	+ 17 42	178	- 22	+ 34,7
80	5,74	A5	4 22,1	+ 21 24	176	- 19	+ 36,2
81	3,62	F0	4 22,9	+ 15 39	180	- 22	+ 39,5
82	5,49	A5	4 24.9	+ 15 29	181	- 23	+ 39,3
83	5,70	B9	4 28,4	+ 28 46	170	- 13	+ 13
84	4,38	A3	4 30,2	+ 9 57	186	- 24	+ 29,0
85	3,47	Aop	4 31,8	- 55 15	264	- 42	+ 25,6
86	5,15	A2	4 33,4	+ 15 36	181	- 21	+ 18,8
87	5,02	A2	4 34,3	- 12 19	209	- 35	+ 6,5
89	5,35	A2	4 39,7	+ 56 35	151	7	+ 18,6
90	5,43	A0	4 40,5	+ 11 31	186	- 22	+ 40,8
91	7,21	Aop	4 42,9	+ 29 24	172	- 10	+ 17
94	4,74	A0	4 49,4	+ 10 0	189	- 21	+ 13
95	4,65	B9	4 58,9	+ 15 16	186	- 16	+ 16,8
99	5,42	A2	5 3,8	+ 9 42	191	- 18	+ 37,2
100	3,30	Aop	5 8,4	- 16 19	217	- 29	+ 27,7
103	5,39	Aop	5 12,4	+ 33 39	172	- 3	+ 28,6
110	6,50	A0	5 26,9	+ 32 44	175	0	+ 34
112	5,52	A0	5 38,2	+ 49 47	162	11	- 6,4
113	4,92	A2	5 46,5	+ 55 41	157	15	- 11,8
114	5,57	B9	5 46,7	+ 14 9	193	- 7	- 4,4
115	2,71	Aop	5 52,9	+ 37 12	174	6	+ 29,3
116	5,10	A5	5 54,3	- 9 34	216	- 16	+ 21,7
117	4,19	A2	5 56,9	+ 9 39	198	- 7	+ 45
118	5,50	A2	6 2,3	- 23 6	229	- 20	- 14,6

+ 0,023	- 0,052	0,013	0	- 20	- 7
- 0,042	- 0,057	27	- 11	- 2	- 17
+ 0,032	- 0,038	12	- 13	- 18	- 5
+ 0,113	- 0,023	17	- 46	- 26	+ 2
+ 0,105	- 0,027	13	- 42	- 31	+ 8
+ 0,111	- 0,027	25	- 37	- 16	- 1
+ 0,098	- 0,036	19	- 40	- 20	+ 1
+ 0,104	- 0,024	48	- 39	- 9	- 9
+ 0,105	- 0,022	21	- 42	- 19	0
+ 0,003	- 0,024	9	- 13	- 9	- 10
+ 0,056	- 0,043	32	- 26	- 13	- 9
+ 0,054	+ 0,001	29	- 4	- 25	- 10
+ 0,041	- 0,071	17	- 17	- 3	- 7
- 0,051	- 0,012	18	+ 1	+ 4	- 15
+ 0,051	- 0,150	15	- 40	- 30	- 15
+ 0,071	- 0,003	11	- 44	- 24	+ 8
0,000	- 0,033	5	- 17	- 22	- 22
+ 0,045	- 0,129	16	- 2	- 40	- 14
+ 0,016	- 0,032	15	- 14	- 13	- 6
+ 0,064	- 0,002	15	- 37	- 20	+ 5
+ 0,046	- 0,030	31	- 17	- 22	- 9
+ 0,011	- 0,026	12	- 30	- 7	- 3
+ 0,008	- 0,062	7	- 37	- 35	- 19
- 0,014	0,000	11	+ 6	+ 1	- 6
- 0,015	+ 0,018	19	+ 12	+ 1	- 4
- 0,019	- 0,005	10	+ 5	+ 4	- 9
+ 0,048	- 0,081	41	- 30	- 8	+ 4
+ 0,020	- 0,053	25	- 10	- 21	- 7
+ 0,015	-0,026	26	- 41	- 20	- 5
-0,014	- 0,025	14	+ 15	+ 8	- 2

126	5,6	A3	6h 18,0	+ 56° 20'	159°	19°	- 12,7
130	6,48	Aop	6 24,6	+ 9 6	202	- 1	+ 14
131	5,54	A0	6 32,1	+ 29 4	185	10	+ 14
141	5,40	A2	7 8,9	- 40 19	251	- 14	- 7
145	2,85	A0	7 28,2	+ 32 6	187	22	- 1,2
146	6,02	A0	7 44,6	+ 33 30	186	26	- 10
147	6,00	A2p	7 53,2	+ 60 36	156	31	- 4,8
150	5,25	A3	8 2,9	- 20 16	239	6	+ 12,0
151	5,59	Aop	8 6,9	+ 29 57	192	29	+ 20
154	5,39	A0	8 25,6	+ 65 29	151	35	- 15,5
155	5,61	A2p	8 30,6	- 7 38	233	19	+ 24,0
156	7,40	Ao	8 34,6	+ 19 53	206	32	+ 39,0
157	6,32	A2	8 34,7	+ 19 54	206	32	+ 30
159	5,58	Aop	8 39,4	+ 10 27	217	29	+ 24,4
160	5,19	B9	8 44,3	- 3 4	230	24	+ 32,6
161	5,32	A5	8 50,5	- 47 9	267	- 2	- 1
162	4,27	A3	8 53,0	12 15	216	33	- 13,8
163	**5,22**	Fo	8 55,5	- 46 51	268	- 1	+ 19,8
164	5,45	Ao	8 56,9	+ 24 51	202	38	- 15,1
165	4,54	A3p	9 1,9	+ 52 0	167	41	- 0,1
167	4,74	A5 F5	9 2,7	+ 63 55	151	39	- 9
168	3,84	Ao	9 9,2	+ 2 44	228	32	- 8
173	5,37	A3	10 10,7	- 65 52	288	- 8	- 15,2
174	**6,46**	B9	10 **12,6**	**+ 27 55**	203	55	+ 7
175	4,92	Ao	10 16,9	+ 66 4	144	45	- 0,1
176	5,87	Ao	10 22,3	+ 10 16	233	52	- 7
177	5,82	Aop	10 36,8	- 64 35	290	- 6	+ 29,7
178	5,12	Fo	10 56,2	+ 39 45	177	64	+ 3,3
179	4,42	Ao	10 57,0	+ 20 43	221	64	- 10,2
180	5,34	A2p	11 2,7	- 42 6	283	17	+ 2

181	5,42	Aop	11 4,4	- 61,24	291	- 1	- 22,4
182	6,03	Fo	11 11,9	- 6 35	265	48	- 55
183	6,13	Ao	11 24,8	+ 81 41	127	35	+ 3,2
184	5,95	A2	11 44,1	+16 48	244	72	- 23,2
187	5,77	Fo	11 59,2	+ 22 1	236	78	+ 4,8
190	5,74	Fo	12 5,0	+ 6 22	274	66	- 9,1
191	5,12	A5	12 7,5	+ 78 10	126	39	- 0,2
192	5,81	A2	12 8,4	+ 10 50	271	71	+ 2,3
194	6,15	A3	12 14,3	+ 23 35	236	82	+ 1,4
195	6,53	A2	12 14,9	+ 29 1	199	83	- 0,7
197	5,26	A5	12 16,6	- 66 58	300	- 5	- 17
198	6,56	A2p	12 17,0	+ 17 17	265	77	+ 3,2
199	6,65	A3	12 19,1	+ 26 23	224	84	- 0,2
200	6,57	A3	12 22,7	+ 26 27	225	85	- 0,5
201	6,48	A3	12 23,5	+ 26 47	222	85	+ 2,8
202	6,69	A3	12 23,8	+ 26 27	226	85	- 1,6
203	5,38	Aop	12 23,9	+ 26 28	226	85	- 2,7
204	5,39	A3p	12 26,0	+ 25 7	241	85	+ 0,1
206	6,14	A2	12 28,6	+ 24 50	247	85	+ 1,4
207	5,23	A5	12 30,3	- 40 28	300	22	- 11
208	6,32	Aop	12 34,4	+ 36 32	139	80	- 14,8
211	5,24	A5	12 40,6	+ 8 13	296	71	- 8,7
212	6,39	B9	12 42,0	+ 6 30	300	70	+ 16
213	5,84	B9p	12 47,4	- 59 47	303	3	- 15
214	6,34	A3	12 48,9	+ 12 58	302	76	- 10
215	1,68	Aop	12 49,6	+ 56 30	123	60	- 9,3
217	2,90	Aop	12 51,4	+ 38 52	121	78	- 3,3
222	3,96	A2	13 19,9	+ 55 26	114	62	- 9,2
223	4,93	A2p	13 29,1	+ 4 10	326	65	- 11,9
224	5,48	Aop	13 30,3	+ 55 52	111	60	- 9

- 0,013	+ 0,012	0,012	- 14	+ 19	+ 3
- 0,004	- 0,008	15	+ 3	+ 34	- 43
- 0,147	+ 0,037	8	- 78	- 16	- 41
+ 0,057	- 0,061	11	+ 37	- 6	- 21
+ 0,040	- 0,004	18	+ 9	+ 3	+ 6
- 0,155	+ 0,021	18	+ 39	- 11	- 13
+ 0,005	+ 0,024	25	0	+ 3	- 3
- 0,091	- 0,014	12	- 28	- 22	- 5
- 0,018	- 0,011	14	- 4	- 6	0
- 0,007	- 0,008	9	- 1	- 5	- 1
- 0,012	- 0,005	23	- 11	+ 14	0
- 0,062	- 0,041	9	- 17	- 35	- 4
- 0,011	- 0,008	11	- 2	- 5	- 1
- 0,005	- 0,022	12	- 6	- 6	- 1
- 0,017	- 0,013	12	- 6	0	+ 2
- 0,015	- 0,020	11	- 7	- 3	- 2
- 0,022	- 0,019	12	- 7	- 1	- 4
- 0,009	- 0,009	20	- 2	- 1	0
- 0,014	- 0,003	10	- 3	+ 3	+ 1
- 0,106	- 0,003	23	- 24	- 3	- 6
+ 0,025	- 0,006	8	+ 16	+ 3	- 13
- 0,104	+ 0,006	23	- 20	- 8	- 8
+ 0,037	- 0,043	7	+ 39	- 14	+ 5
- 0,002	+ 0,003	9	- 9	+ 12	+ 1
+ 0,054	- 0,024	13	+ 20	+ 6	- 12
+ 0,110	- 0,003	65	+ 9	0	- 8
- 0,232	+ 0,056	37	- 28	- 11	- 4
+ 0,117	- 0,028	29	+ 20	+ 4	- 9
+ 0,044	- 0,025	18	+ 8	+ 5	- 15
- 0,022	- 0,002	11	- 5	- 11	- 6

226	5,53	Aop	13 42,9	+ 54 56	107	61	- 4,9
231	4,90	Aop	14 7,2	+ 2 53	344	59	+ 3
233	5,28	A3	14 12,5	- 60 48	313	0	+ 21,2
234	4,26	Ao	14 12,6	+ 46 33	89	65	- 8,1
235	5,74	Aop	14 13,1	- 18 15	329	40	- 9,3
238	6,34	A2	14 15,8	+ 30 53	49	71	+ 1,3
241	5,96	B9	14 25,5	+ 32 14	51	69	- 9,3
243	3,41	Fo	14 34,4	- 64° 32'	314	- 5	+ 7,4
244	4,94	Ao	14 36,0	+ 16 51	16	63	- 0,5
245	5,81	Ao	14 36,0	+ 16 51	16	63	- 6
246	5,67	Aop	14 4,5	- 25 12	333	31	- 18
247	5,38	A2p	14 43,8	- 13 44	341	40	- 4,1
249	2,90	A3	14 45,3	- 15 38	339	38	- 10
251	6,16	Aop	14 57,2	+ 47 40	82	58	- 14,0
255	4,66	Aop	15 6,5	- 19 25	343	33	- 11,6
258	3,06	Ao	15 9,6	- 68 19	316	- 9	0
261	6,14	A2	15 15,4	+ 32 54	52	58	- 24,8
262	5,38	Ao	15 18,2	- 39 22	333	15	- 7,6
263	3,14	A2	15 20,9	+ 72 11	109	41	- 3,9
264	3,72	Fop	15 23,7	+ 29 27	45	56	- 18,7
265	7,23	Fop	15 23,9	- 17 5	348	32	- 31,1
266	6,35	A2	15 26,4	+ 31 39	51	55	- 4,0
267	5,46	A2	15 26,8	- 19 20	347	30	- 33,2
268	5,26	Aop	15 37,1	+ 13 10	21	48	+ 1,9
270	5,48	Aop	15 40,2	+ 52 40	84	49	- 16,1
271	5,79	A2	15 45,2	+ 55 41	88	48	- 2,4
272	3,75	A2	15 45,8	+ 4 47	13	43	- 9,4
274	4,91	Ao	15 57,4	+ 30 7	48	49	- 19,3
276	4,84	A3p	15 59,5	- 44 54	335	6	- 15,5
277	4,64	B9	15 59,6	+ 46 19	73	48	+ 2,7

- 0,020	+ 0,002	0,011	- 6	- 7	- 3
- 0,047	- 0,028	15	- 4	- 17	+ 3
- 0,165	- 0,089	21	- 16	- 44	- 7
- 0,180	+ 0,165	20	- 58	- 7	- 4
- 0,060	- 0,042	10	- 20	- 28	- 10
- 0,013	+ 0,001	10	- 4	- 3	+ 3
- 0,018	+ 0,006	8	- 12	- 7	- 5
- 0,189	- 0,232	52	- 13	- 22	- 13
+ 0,017	+ 0,015	14	0	+ 8	- 2
+ 0,003	+ 0,010	10	- 5	+ 4	- 5
- 0,002	- 0,018	10	- 13	+ 1	- 15
- 0,060	- 0,018	15	- 13	- 16	+ 2
- 0,103	- 0,070	65	- 10	- 6	- 6
- 0,009	+ 0,028	8	- 18	- 2	- 13
- 0,034	- 0,042	17	- 12	- 12	- 9
- 0,058	- 0,023	35	- 6	- 6	+ 1
- 0,014	+ 0,017	10	- 18	- 10	- 17
- 0,038	- 0,046	12	- 16	- 17	- 8
- 0,019	+ 0,025	42	- 2	- 4	- 3
- 0,176	+ 0,090	46	- 23	- 14	- 5
- 0,069	+ 0,008	9	- 45	- 16	+ 7
- 0,025	- 0,010	10	- 3	- 12	+ 3
- 0,019	- 0,041	14	- 28	- 8	- 22
+ 0,042	- 0,011	13	+ 11	+ 8	- 9
- 0,062	+ 0,035	11	- 26	- 22	+ 1
+ 0,011	+ 0,012	12	- 3	+ 3	- 6
+ 0,127	+ 0,064	32	- 4	+ 18	- 14
- 0,026	- 0,006	15	- 10	- 16	- 9
+ 0,002	+ 0,030	26	- 13	+ 10	+ 2
+ 0,058	- 0,056	15	+ 23	+ 7	- 8

278	4,26	B9p	16h 5,6	+ 45° 12'	71°	48°	- 15,6
279	4,91	A2	16 6,6	- 9 48	2	29	- 5,7
280	4,53	Aop	16 20,8	+ 14 16	29	39	- 6,6
282	4,68	A2	16 22,4	- 8 9	6	27	- 30,6
283	4,57	Fo	16 26,2	- 21 15	356	18	+ 2,5
286	6,29	Aop	16 32,1	+ 15 42	33	37	0,0
287	5,30	Aop	16 36,6	- 66 55	323	- 14	- 2
288	6,18	A2p	16 40,9	+ 55 53	85	40	- 46
289	5,28	Aop	16 42,8	5 25	22	30	- 16,1
290	4,86	A2p	16 46,3	+ 46 10	72	40	- 1,0
292	6,41	Aop	16 47,5	+ 15 9	33	33	- 22,8
295	6,88	A2p	16 53,4	+ 47 32	74	39	- 18,3
296	6,16	Aop	16 57,0	+ 15 5	34	32	- 32,4
298	6,46	Ao	17 6,1	+ 12 35	34	28	+ 4,5
299	4,52	Ao	17 20,2	+ 37 14	61	33	- 21,0
300	7,01	Fo	17 22,3	+ 29 33	53	31	- 24,7
302	4,98	A5	17 30,2	+ 55 15	83	33	- 15,2
303	4,95	A5	17 30,3	+ 55 14	83	33	- 16,0
304	6,13	A3p	17 39,8	+ 14 27	38	22	- 31,3
308	6,29	A2p	17 55,2	+ 0 38	28	12	- 34,3
311	6,30	A2	18 4,0	+ 14 16	41	16	- 9,1
319	5,99	Aop	18 24,1	- 14 39	17	- 2	- 15,8
322	6,72	Ao	18 30,6	+ 4 51	36	6	- 10,9
327	5,08	Ao	18 40,7	+ 55 26	84	23	- 30,0
328	4,29	A3	18 41,3	+ 37 30	67	18	- 26,0
329	6,39	Aop	18 41,3	+ 21 53	52	12	- 16,9
330	5,68	Ao	18 41,3	- 1 3	31	2	+ 19
331	4,37	A3	18 42,6	+ 18 4	49	9	- 44,6
335	5,94	A3p	18 54,2	+ 13 46	46	5	+ 14,5
339	5,90	Aop	18 59,9	- 15 49	20	- 10	- 26

- 0,026	+ 0,039	0,018	- 15	- 10	- 8
- 0,008	- 0,016	19	- 4	- 5	- 4
+ 0,045	- 0,057	17	+ 10	- 5	- 18
-0,076	+ 0,008	20	- 33	- 13	0
+ 0,015	+ 0,034	31	+ 2	+ 5	+ 2
- 0,008	- 0,006	8	+ 1	- 5	+ 2
- 0,012	- 0,012	12	- 5	- 4	+ 1
+ 0,051	+ 0,088	10	- 39	- 12	- 53
- 0,020	- 0,036	12	- 7	- 20	- 8
+ 0,027	- 0,051	19	+ 13	- 1	- 6
+ 0,015	+ 0,006	7	- 17	- 2	- 19
- 0,020	+ 0,052	7	- 40	- 12	0
+ 0,005	- 0,006	8	- 20	- 16	- 20
+ 0,035	- 0,005	7	+ 9	+ 14	- 18
- 0,037	+ 0,008	18	- 11	- 20	- 3
+ 0,002	+ 0,009	10	- 16	- 15	- 12
+ 0,150	+ 0,060	26	- 12	+ 3	- 31
+ 0,152	+ 0,060	27	- 11	+ 2	- 31
+ 0,000	+ 0,020	14	- 27	- 14	- 9
- 0,008	+ 0,004	10	- 30	- 16	- 3
- 0,013	- 0,012	10	- 2	- 12	0
+ 0,020	+ 0,021	9	- 20	+ 9	- 4
+ 0,025	- 0,035	6	+ 3	- 17	- 31
- 0,000	+ 0,026	13	- 12	- 28	- 9
+ 0,028	+ 0,027	34	- 14	- 20	- 10
+ 0,015	+ 0,014	7	- 20	- 5	- 8
+ 0,013	- 0,021	10	+ 19	+ 5	- 10
+ 0,072	+ 0,116	33	- 44	- 20	- 9
- 0,003	- 0,049	16	+ 20	+ 2	- 5
- 0,004	- 0,009	9	- 22	- 14	+ 4

340	5,77	Ao	19h	7,^{m}9	+ 31° 7'	63°	10°	- 30,1
344	7,42	A2	19h	19, 3	+ 15 49	51	1	- 10
346	5,15	Aop	19	22,6	+ 36 7	69	9	- 22
350	7,20	A3	19	29,0	+ 20 12	55	1	- 52
351	5,68	A3p	19	29,9	- 24 56	14	- 20	- 45
354	6,12	B9	19	31,8	+ 22 22	57	1	- 31
359	5,52	A3	19	37,9	- 72 45	322	- 30	0
362	5,52	A5	19	39,9	- 56 36	340	- 30	- 16
363	5,39	Aop	19	45,0	- 40 7	0	- 27	0
365	5,64	FopA	19	48,1	- 3 22	37	- 14	- 18,8
371	4,74	A5	19	57,0	+ 27 29	64	- 1	- 20,9
381	6,23	Ao	20	7,5	+ 0 34	43	- 17	- 19
383	6,48	Ao	20	9,3	+ 23 56	63	- 5	- 37
385	4,98	Ao	20	10,8	+ 36 30	75	1	- 17,3
389	6,69	Aop	20	12,3	+ 27 29	66	- 4	- 6
392	6,38	A2	20	24,9	+ 19 45	62	- 10	+ 4,3
393	6,00	A2	20	26,5	+ 20 16	63	- 11	- 40,2
395	6,62	Ao	20	30,3	+ 44 50	83	3	- 8
396	5,59	B9	20	30,6	+ 46 21	84	4	- 21,7
398	5,18	A2p	20	32,8	+ 74 37	109	20	+ 9,2
401	4,80	A3	20	47,3	- 9 22	39	- 31	- 9,1
410	4,76	Fop	21	5,5	+ 9 44	59	- 24	- 17,0
411	4,92	A2p	21	14,4	- 41 14	1	- 45	+ 2,3
414	5,61	A3p	21	20,6	- 42 59	358	- 45	+ 18,3
415	5,31	A3	21	23,3	+ 48 24	92	- 2	- 12,5
417	6,44	B9	21	27,9	+ 22 56	74	- 20	- 16
423	3,80	Fop	21	34,6	- 17 7	35	- 44	- 31,2
424	6,17	A3	21	37,6	- 20 4	32	- 45	- 25,0
426	5,90	A5	21	38,6	- 15 12	39	- 45	- 4
427	2,98	A5	21	41,5	- 16 35	36	- 45	- 6,3

- 0,008	+ 0,003	0,010	- 13	- 27	- 1
+ 0,014	+ 0,021	6	- 22	+ 5	- 2
+ 0,006	+ 0,013	13	- 13	- 18	- 3
+ 0,038	+ 0,051	9	- 57	- 24	- 4
+ 0,012	- 0,026	18	- 41	- 16	+ 11
+ 0,006	- 0,022	8	- 8	- 31	- 10
+ 0,011	+ 0,015	20	+ 1	+ 4	- 2
+ 0,084	- 0,137	21	- 33	- 19	- 11
+ 0,026	- 0,017	12	- 6	- 4	- 10
+ 0,014	+ 0,016	19	- 18	- 7	+ 4
+ 0,063	+ 0,010	30	- 15	- 16	- 7
+ 0,012	- 0,012	8	- 13	- 16	- 3
+ 0,052	+ 0,035	7	- 52	- 17	- 13
+ 0,071	+ 0,073	14	- 37	- 8	- 6
+ 0,015	- 0,005	6	- 6	- 5	- 11
- 0,023	0,000	9	+ 9	+ 2	+ 9
+ 0,096	+ 0,047	11	- 56	- 21	- 14
+ 0,019	+ 0,019	7	- 19	- 6	- 3
+ 0,016	+ 0,003	10	- 8	- 21	- 7
+ 0,014	- 0,012	16	- 3	+ 10	- 2
+ 0,047	- 0,031	27	- 9	- 9	- 4
+ 0,064	- 0,152	28	- 1	- 29	- 15
+ 0,079	- 0,005	19	- 12	- 2	- 16
- 0,052	+ 0,015	19	22	4	- 4
+ 0,066	+ 0,026	21	- 14	- 13	- 6
+ 0,040	+ 0,006	6	- 30	- 14	- 13
+ 0,190	- 0,025	44	- 32	- 17	+ 8
+ 0,081	- 0,012	14	- 34	- 15	0
- 0,022	+ 0,006	17	2	0	7
+ 0,264	- 0,297	66	- 11	- 24	- 13

428	5,68	B9	21h 46,9	+ 19° 22'	75°	- 26	- 20,4
430	6,01	B9p	21 51,5	+ 56 8	100	1	- 15
433	5,52	Ao	21 58,9	+ 44 10	94	- 9	- 1,2
434	5,23	A3	21 59,7	- 1 24	59	- 42	+ 20,4
436	4,57	A3	22 0,9	+ 64 8	106	7	- 7,2
437	6,22	B9	22 2,7	+ 55 51	101	1	- 20
445	7,22	Ao	22 29,4	+ 46 3	99	- 10	- 10
461	4,94	A2p	23 21,8	+ 0 42	65	- 44	- 3,2
462	5,74	Aop	23 23,3	- 63 40	325	- 47	+ 15,3
463	6,23	Ao	23 26,7	+ 27 51	89	- 25	- 6,2
464	4,46	B9	23 27,6	- 38 22	356	- 70	+ 1,7
466	5,98	A2	23 29,0	- 1 48	82	- 58	- 2,8
467	4,80	A2p	23 29,7	- 43 10	344	- 67	+ 19,4
470	5,32	Aop	23 46,2	- 19 28	61	- 74	+ 12,7
472	6,48	B9	23 50,6	+ 45 48	113	- 15	- 18,4
474	6,25	Aop	23 55,7	+ 44 42	113	- 17	- 3
475	6,52	Ao	23 56,5	+ 73 3	119	11	- 8

+ 0,018	+ 0,021	0,009	- 19	- 14	+ 10
- 0,001	- 0,001	8	+ 4	- 15	0
- 0,011	- 0,030	11	+ 11	- 2	- 7
- 0,012	- 0,049	22	+ 15	+ 5	- 17
+ 0,214	+ 0,087	30	- 32	- 16	- 10
+ 0,018	- 0,009	7	- 2	- 21	- 12
+ 0,016	+ 0,011	5	- 17	- 13	+ 3
+ 0,094	- 0,094	18	- 9	- 25	- 22
+ 0,041	- 0,010	10	- 8	- 14	- 19
- 0,020	- 0,006	8	+ 12	- 4	+ 6
+ 0,087	+ 0,017	16	- 24	- 5	- 10
+ 0,112	- 0,009	11	- 40	- 23	- 13
+ 0,042	+ 0,001	20	- 8	+ 6	- 20
+ 0,026	0,000	12	- 7	- 1	- 15
+ 0,025	- 0,014	5	- 10	- 29	- 13
+ 0,032	+ 0,006	8	- 16	- 10	+ 1
+ 0,072	+ 0,004	7	- 39	- 30	- 8

1) RAPPEL DES FORMULES PERMETTANT LE CALCUL DES VITESSES SPATIALES.

En coordonnées galactiques, les trois composantes de la vitesse spatiale d'une étoile s'écrivent en fonction des deux composantes galactiques du mouvement propre de l'étoile et de sa vitesse radiale ;

$$U = - T_1 \sin 1 - T_b \cos 1 \sin b + R \cos 1 \cos b$$

$$V = T_1 \cos 1 - T_b \sin 1 \sin b + R \sin 1 \cos b$$

$$W = T_b \cos b + R \sin b$$

avec :

$$T_1 = 4{,}74\, r \mu 1 \cos b$$

$$T_b = 4{,}74\, r \mu b$$

$\mu 1$ et μb étant exprimés en secondes de degré, par an et r en parsecs.

Les mouvements propres en longitude et latitude galactiques $\mu 1$ et μb s'obtiennent à partir des mouvements propres en ascension droite et déclinaison par les relations :

$$\mu 1 \cos b = \mu_\alpha \cos\delta \cos\varphi + \mu_\delta \sin \varphi$$

$$\mu b = - \mu_\alpha \cos\delta \sin \varphi + \mu_\delta \cos \varphi$$

φ est l'angle parallactique ; il est compris entre les tangentes au méridien galactique et au méridien équatorial passant par le point directeur de l'étoile considérée.

On calcule φ à l'aide des formules :

$$\cos\delta \sin \varphi = \cos D \cos 1$$
$$\cos\delta \cos \varphi = -\cos D \sin b \sin 1 + \sin D \cos b$$

D désigne la déclinaison du pôle galactique nord.
La déclinaison du pôle rapportée à l'équinoxe 1900,0 a pour valeur 27° 40' et rapportée à l'équinoxe 1950 : 27°, 4
La transformation des coordonnées équatoriales α et δ (équinoxe 1900,0) en coordonnées galactiques 1^{II} et b^{II} se fait au moyen des relations :

$$\cos b^{II} \cos (1^{II} - 33° 4') = \cos \delta \cos (\alpha - 281,65)$$
$$\cos b^{II} \sin (1^{II} - 33° 4') = \cos \delta \sin (\alpha - 281,65) \cos 62° 20' + \sin \delta \sin 62° 20'$$
$$\sin b^{II} = -\cos \delta \sin (\alpha - 281,65) \sin 62° 20' + \sin \delta \cos 62° 20'$$

Les vitesses radiales des étoiles ont été tirées du catalogue de Wilson (1953). Elles sont directement utilisables. Il n'en est pas de même des mouvements propres qui doivent subir des corrections systématiques. Il faut aussi calculer les distances.

Nous examinerons successivement ces deux points.

2) CALCUL DES DISTANCES DES ETOILES.

Les parallaxes trigonométriques des étoiles étudiées nétant connues que pour un trop petit nombre d'entre elles, la méthode suivante a été adoptée :

On sait que la magnitude absolue M d'une étoile, sa magnitude apparente m et sa parallaxe π sont liées par la formule :

$$5 \log \pi = M - m - 5$$

On peut donc calculer π si l'on connaît M.

D'après Eggen (1959) les luminosités des étoiles Ap ou Am, membres d'amas, ne diffèrent pas de plus de 0, 1 m de celles que l'on obtient à partir de la formule d'interpolation :

$$Mv = 7,0\ (B - V) + 0^m,\ 4$$

La détermination de Mv se ramène, ainsi, à celle de l'indice de couleur B - V.

Dans l'article mentionné ci-dessus, Eggen donne les valeurs de B - V pour 67 étoiles de types Ao, A2, A3, A5, Fo.

On peut en déduire la valeur moyenne de B - V pour chacun de ces types spectraux.

	Ao	A2	A3	A5	Fo
B - V	0,05	0,12	0,22	0,24	0,23

Ces résultats sont représentés sur la figure 8. Une interpolation donne pour A1 : $\overline{B - V} = 0,085$.

Le calcul de Mv devient ainsi possible (grâce à la formule d'Eggen rappelée ci-dessus) pour tous les types spectraux à considérer. On trouve :

	Ao	A1	A2	A3	A5	Fo
Mv	0,75	1,00	1,25	1,95	2,10	2,00

La liste des parallaxes calculées de cette manière se trouve dans le tableau 5.

Il est important de comparer les parallaxes ainsi calculées à celles du "General Catalogue of trigonometric stellar parallaxes" de L. Jenkins (1952) pour toutes les étoiles pour lesquelles cette comparaison est possible. La corrélation entre la parallaxe calculée par la méthode qui vient d'être décrite (π calculée) et la parallaxe de L. Jenkins (π trigonométrique) est indiquée sur la figure 8 bis.

Il semble que les parallaxes calculées soient affectées d'une légère erreur systématique constante, dont l'élimination s'est avérée délicate.

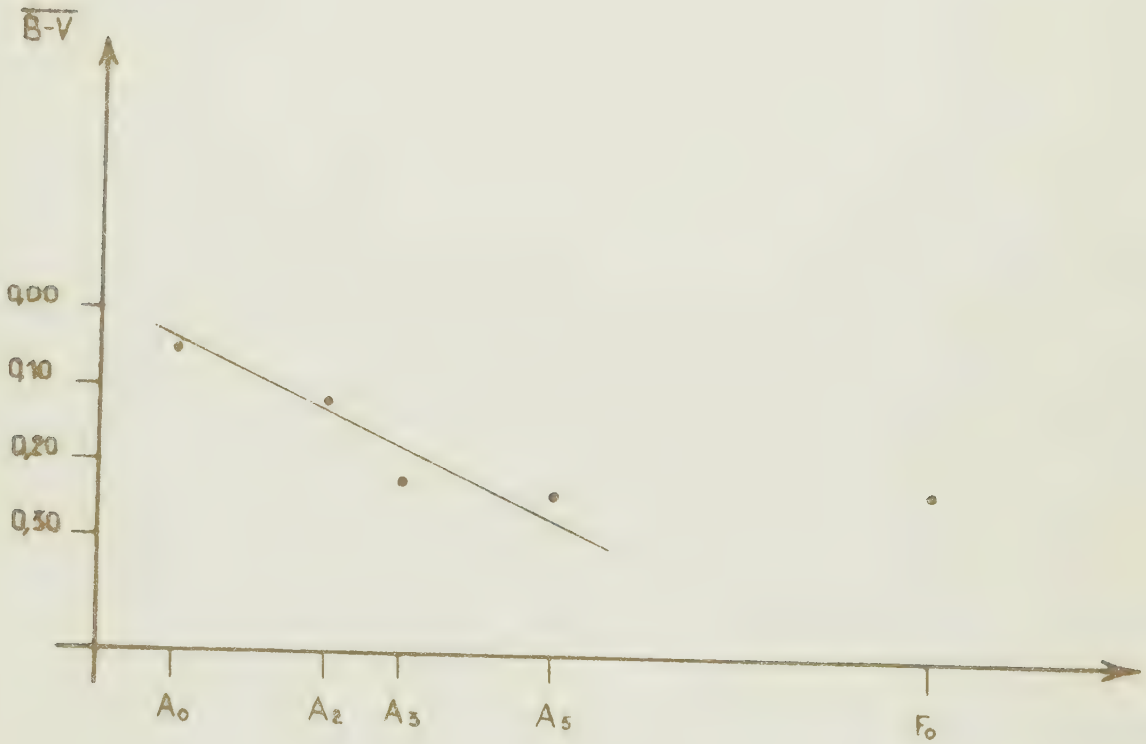


Fig.8.

3) MOUVEMENTS PROPRES

Les mouvements propres utilisés ont été pris dans le General Catalogue de B. Boss (1937). On leur a appliqué des corrections destinées à ramener les données du G. C. au système du FK3.

Ces corrections sont tirées des tables publiées par A. Blaauw et J. Delhaye (1949). Ces corrections sont obtenues en faisant la somme des corrections partielles dues à :

- une réduction partielle du système du G. C. au système du FK3.

- des corrections aux constantes de précession adoptées pour l'éléboration du G. C. et du FK3.

- la rotation galactique différentielle.

Il a été jugé préférable de réduire complètement les mouvements propres au système du FK3. Pour cela, on a ajouté aux corrections ci-dessus, la correction $\Delta(\mu_\alpha)\ \delta$ tirée des tables de Kopff (1939).

4) COMPARAISON DES VITESSES CALCULEES AUX VITESSES D'EGGEN.

Eggen (1963) a calculé un certain nombre de vitesses spatiales d'étoiles A particulières.

Si l'on compare les vitesses du tableau 5 et les vitesses d'Eggen, on peut tracer les graphiques 9, 10, 11 montrant la corrélation entre ces vitesses, pour chacune des 3 composantes. Dans le graphique 9, on a porté en abscisse la composante U de la vitesse d'Eggen et en ordonnée la valeur de U tirée du tableau 5 ; les graphiques 10 et 11 correspondent respectivement aux composantesj V et W et sont construits d'une manière analogue. (Les composantes U, V, W correspondent à celles que nous avons appelées plus haut - $\dot{y}$, $\dot{x}$, $\dot{z}$).

En examinant ces trois graphiques, on constate qu'ils présentent une certaine dispersion autour des droites $U = U_E$, $V = V_E$, $W = W_E$ mais qu'il n'y a pas de différences systématiques entre les composantes des vitesses spatiales d'Eggen et des vitesses du tableau 5.

La figure 12 met en évidence la corrélation entre les valeurs de m - M calculées par Eggen et celles qui ont été utilisées pour calculer les parallaxes du tableau 5.

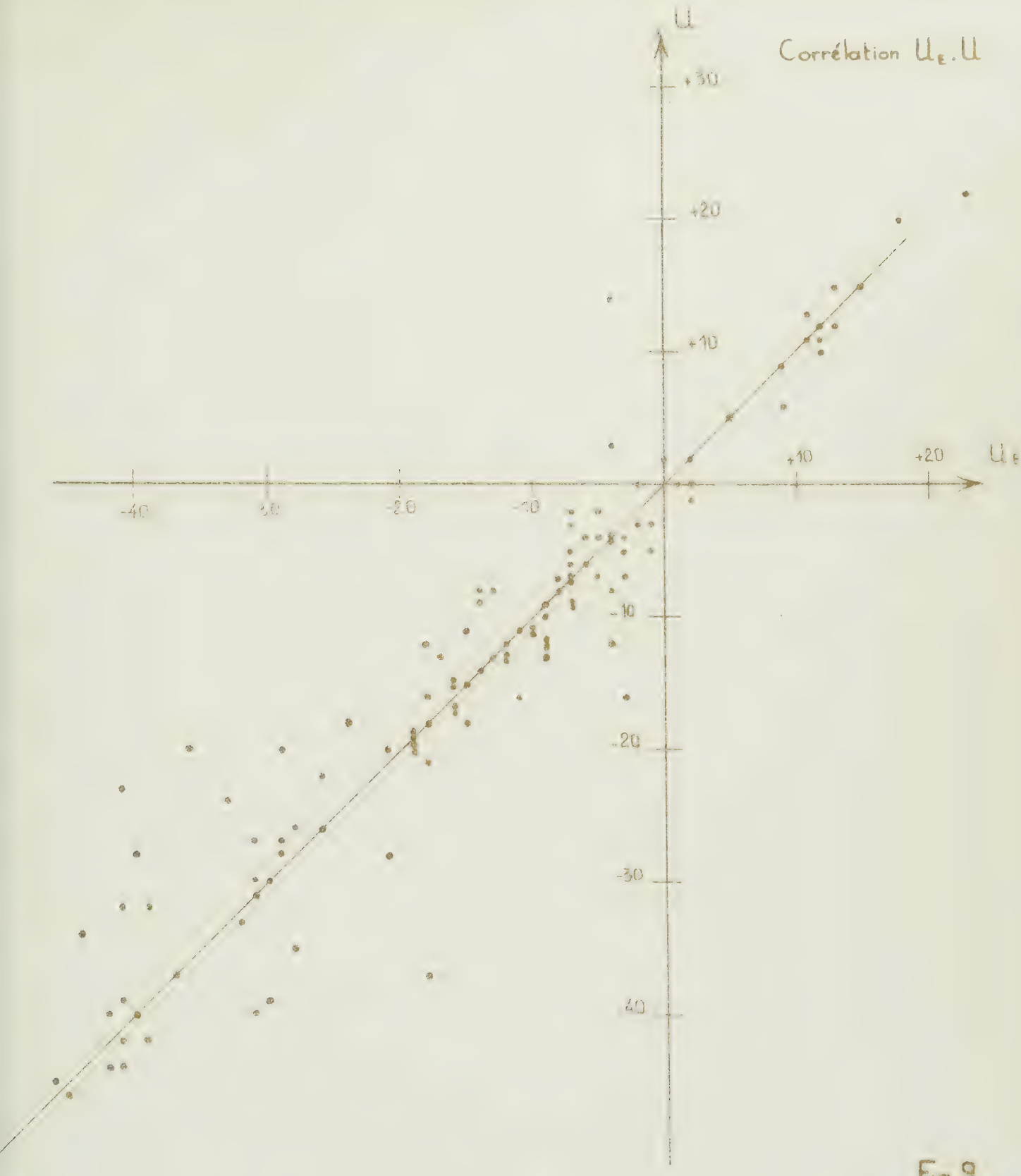


Fig 9

Corrélation V_E . V

Fig 10

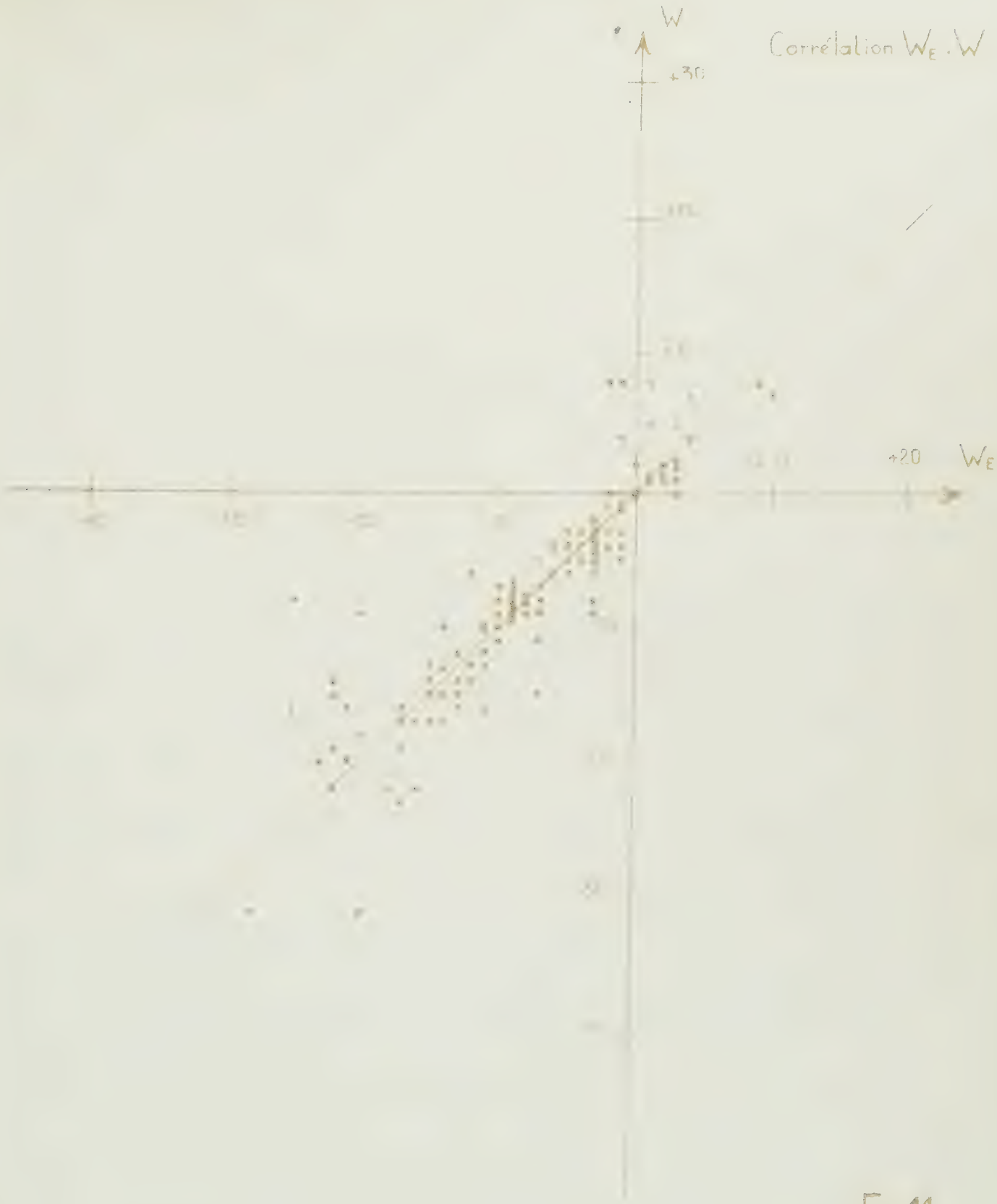
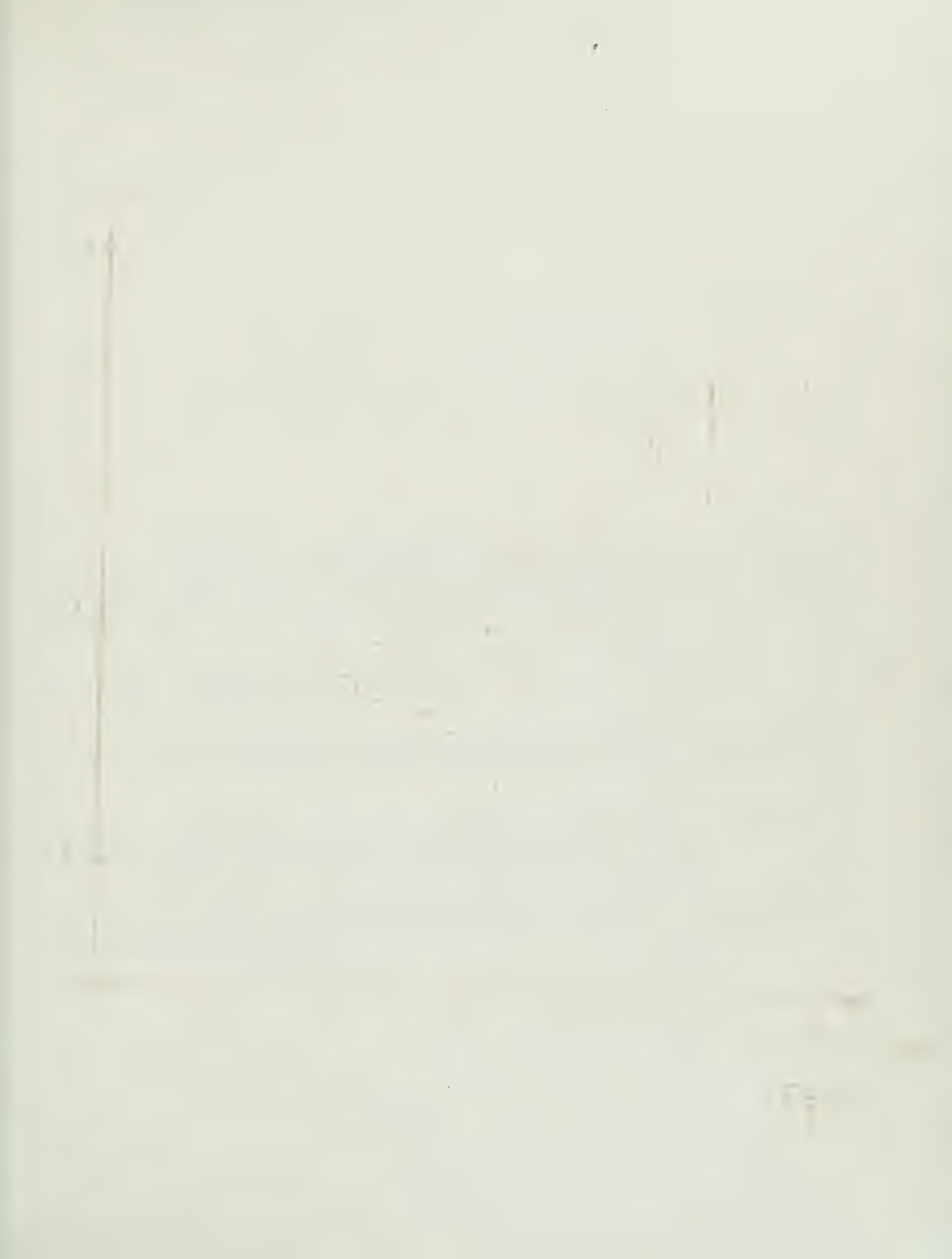


Fig 11



III RETOUR SUR LA DISTRIBUTION DES VITESSES DANS LE PLAN GALACTIQUE.

Projetées sur le plan galactique, les vitesses des 227 étoiles Ap calculées au chapitre II sont distribuées selon la figure 13. Les courbes d'égale densité (fig. 14) ont été obtenues en adoptant le même procédé de lissage que dans l'étude des vitesses de Vyssotsky (fig. 2 et 6).

Les figures 13 et 14 montrent que les nouvelles vitesses conduisent aux mêmes résultats que précédemment.

Les points vitesses des étoiles sont répartis principalement dans 5 régions du plan galactique, ayant la même position que les groupes A, B, C, D, E.

On peut se demander si l'analogie se maintient lorsqu'on fait l'étude plus "fine" de la distribution, telle qu'elle a déjà été abordée.

Appelons encore région 'intérieure" la région limitée par les perpendiculaires à AE correspondant aux vitesses - 25 et - 10 km/s. Cette région comprend 70 étoiles.

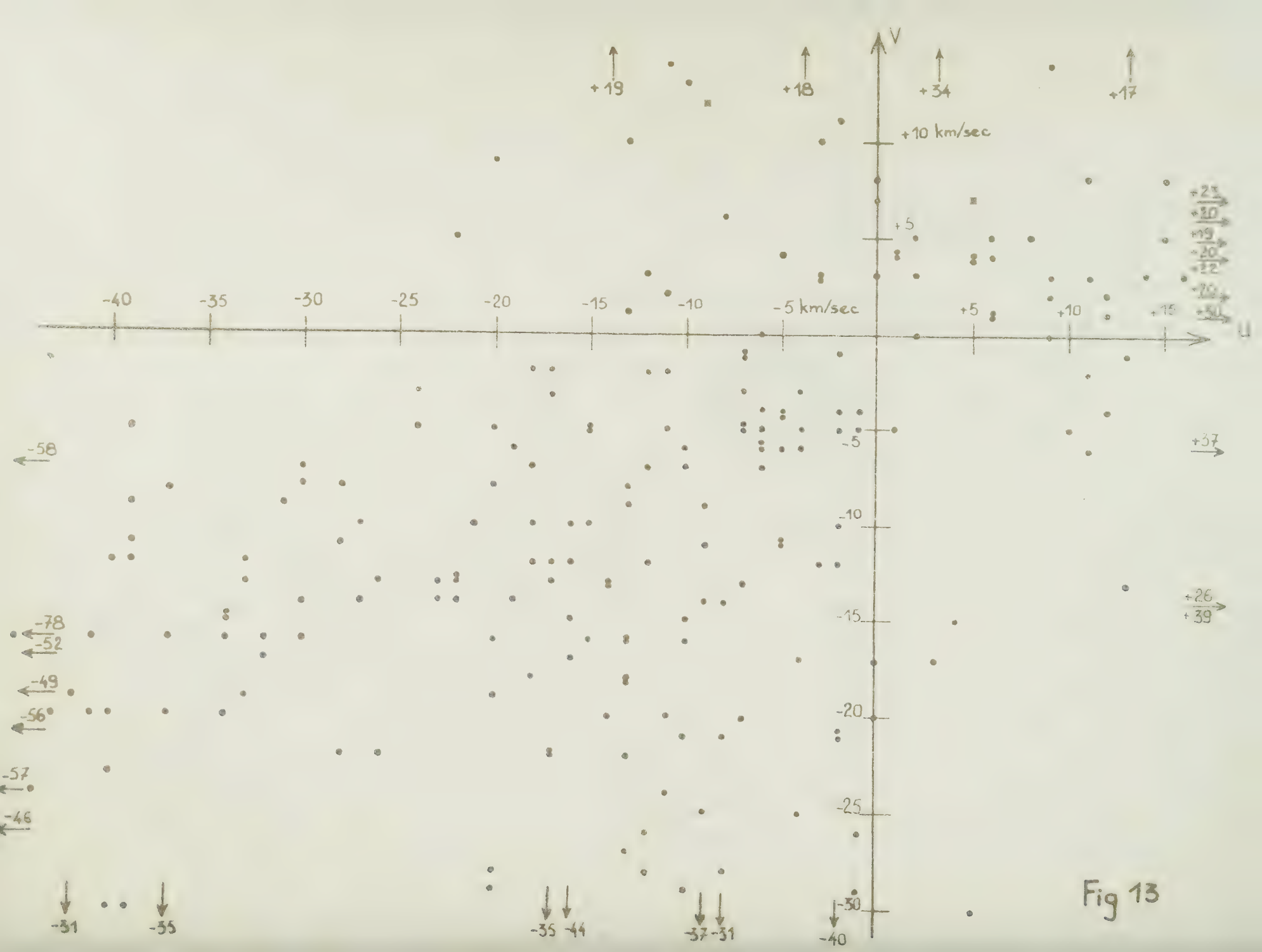

V
U
+10 km/sec
+5
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-5 km/sec
-40
-35
-30
-25
-20
-15
-10
+5
+10
+15
+19
+18
+34
+17
+23
+30
+19
+20
+12
+20
+50
+37
+26
+39
-58
-78
-52
-49
-56
-57
-46
-31
-55
-35
-44
-37
-31
-40

Fig 13

Skalan

fig 14

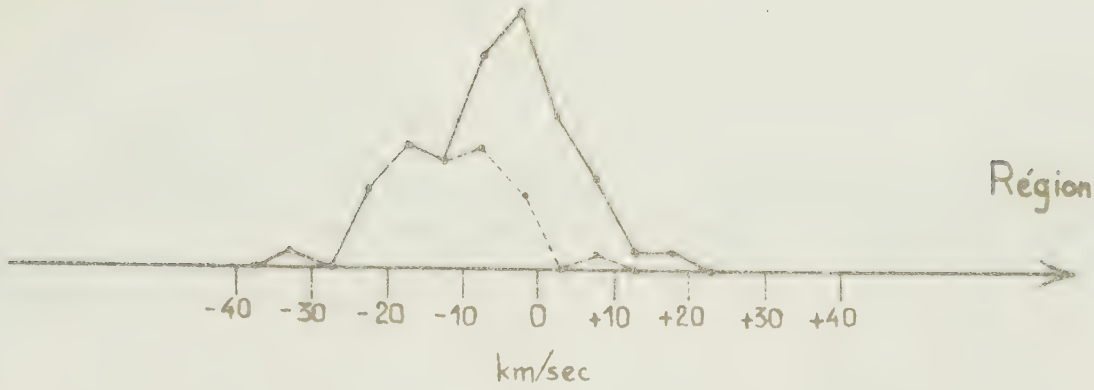
La distribution des vitesses de ces étoiles dans la direction perpendiculaire à AE est la suivante :

Vitesse en km/s.			
- 35	1	- 5	17
- 30	0	0	10
- 25	5	+ 5	6
- 20	8	+ 10	1
- 15	7	+ 15	1
- 10	14	+ 20	
- 5			

tandis que dans la région "extérieure" elle s'écrit :

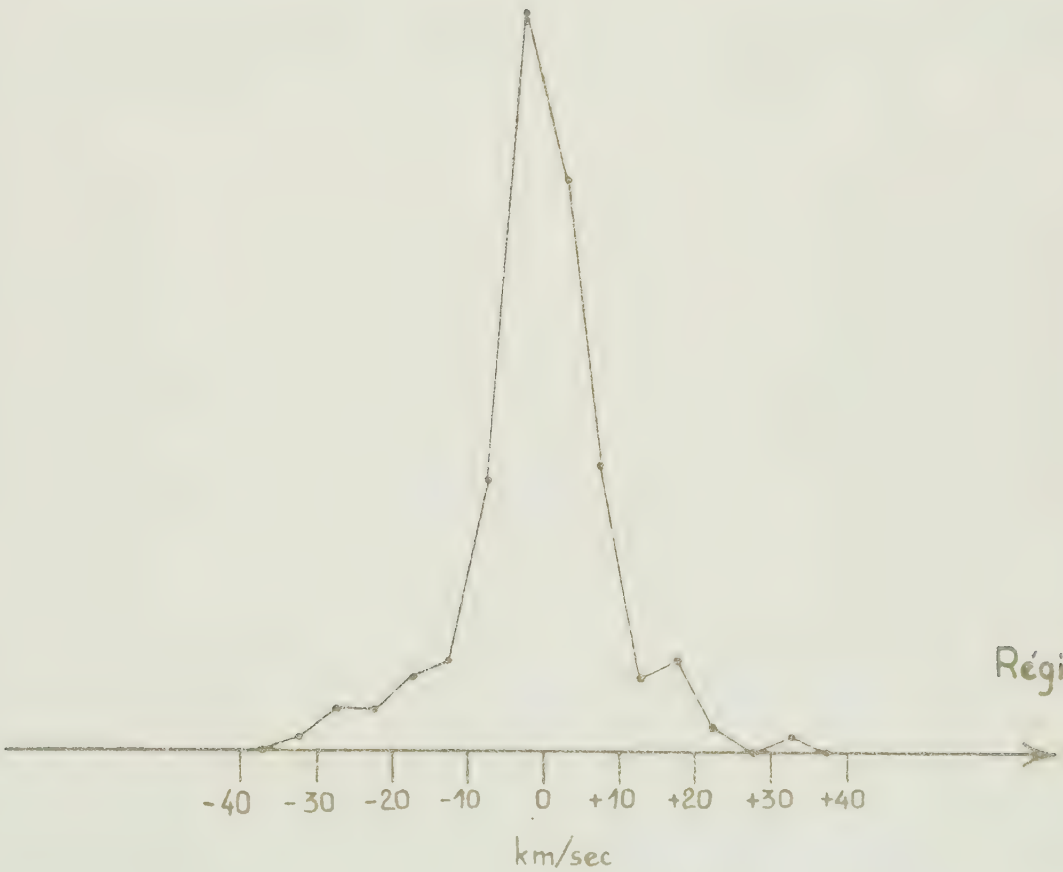
- 35	1	0	38
- 30	3	+ 5	19
- 25	3	+ 10	5
- 20	5	+ 15	6
- 15	6	+ 20	2
- 10	18	+ 25	0
- 5	49	+ 30	1
0		+ 35	

Ces deux distributions sont représentées sur les figures 15A, 15B. En examinant la figure 15B, on constate que parmi les 156 étoiles étudiées, 18 seulement ont une vitesse inférieure à - 10 km/s. alors que pour la région "intérieure" 21 étoiles sur 70 sont dans ce cas.



Région "intérieure"

Fig 15A



Région "extérieure"

Fig 15B

Supposons alors, comme nous l'avons déjà fait, que la région "intérieure" est peuplée d'étoiles du groupe C et d'une fraction k de la population extérieure ; si nous admettons que les étoiles du groupe C sont celles qui ont une vitesse de grandeur inférieure à 12,5 km/s, nous obtenons pour la distribution de ces étoiles :

- 35	1	- 5	5
- 30	0	0	0
- 25	5	+ 5	1
- 20	8	+ 10	
- 15	7	+ 15	
- 10	8	+ 20	
- 5		+ 25	

Les 35 autres étoiles de cette région représentent la fraction $\frac{35}{156} = 0,22$ de la population extérieure et sont supposées distribuées de la même manière que les étoiles de la région "extérieure".

- 35	0	- 5	11
- 30	1	0	8
- 25	1	+ 5	4
- 20	1	+ 10	1
- 15	1	+ 15	1
- 10	4	+ 20	
- 5		+ 25	

D'où la distribution de la région "intérieure" calculée en partant de l'hypothèse indiquée ci-dessus.

- 35	1	- 5	16
- 30	1	0	8
- 25	6	+ 5	5
- 20	9	+ 10	1
- 15	8	+ 15	1
- 10	12	+ 20	
- 5		+ 25	

En comparant cette distribution "calculée" à la distribution "observée"

- 35	1	- 5	17
- 30	0	0	10
- 25	5	+ 5	6
- 20	8	+ 10	1
- 15	7	+ 15	1
- 10	14	+ 20	
- 5		+ 25	

On voit que les résultats concordent assez bien. L'hypothèse faite se trouve confirmée.

Si l'on calcule maintenant la dispersion des composantes des vitesses spatiales sur la perpendiculaire au plan galactique, on trouve pour les étoiles de la région "extérieure" $\sigma = 10,2$ km/s, résultat comparable à celui que l'on obtient pour la dispersion des vitesses des mêmes étoiles, dans la direction perpendiculaire à AE, dans le plan galactique : $\sigma = 9,7$ km/s.

L'égalité de ces deux dispersions confirme le caractère circulaire de la distribution projetée sur un plan perpendiculaire à AE, quand on a éliminé la concentration C ; cependant elles ont une valeur considérablement plus élevée que celle qui a été trouvée à l'aide de l'échantillon restreint étudié tout d'abord. Il est permis de penser que cet accroissement de la dispersion est dû aux erreurs accidentelles commises notamment sur l'estimation des parallaxes.

IV SUR UNE RELATION POSSIBLE ENTRE LE GROUPE C ET LE SYSTEME LOCAL DE GOULD.

On peut observer que la position du groupe C est très proche du point représentant la vitesse moyenne de l'association du Scorpion-Centaure (V = 25,3 km/s direction l^{II} = 258° b^{II} = - 22°) (Bertiau 1958). Or il semble que le courant du Scorpion-Centaure fait partie d'une sorte de "super-association" dont l'existence correspondrait au phénomène signalé, il y a longtemps, par Gould.

Gould attira, en effet, l'attention sur le fait que les étoiles les plus brillantes n'admettent pas le plan galactique pour plan de symétrie, mais un plan incliné de 20° sur celui-ci, la ligne de plus grande pente étant dirigée d'une part vers les constellations d'Ophiucus et du Scorpion, d'autre part vers celles d'Orion et du Taureau. On trouva aussi que les étoiles B de magnitude apparente inférieure à 6,0 les étoiles A du Henry Draper Catalogue et certaines nébuleuses diffuses ont une distribution symétrique par rapport au plan de Gould.

L'existence physique ce cette "super-association" vient d'être confirmée par une étude sur les propriétés cinématiques des étoiles brillantes proches du soleil due à M. Bonneau (1964).

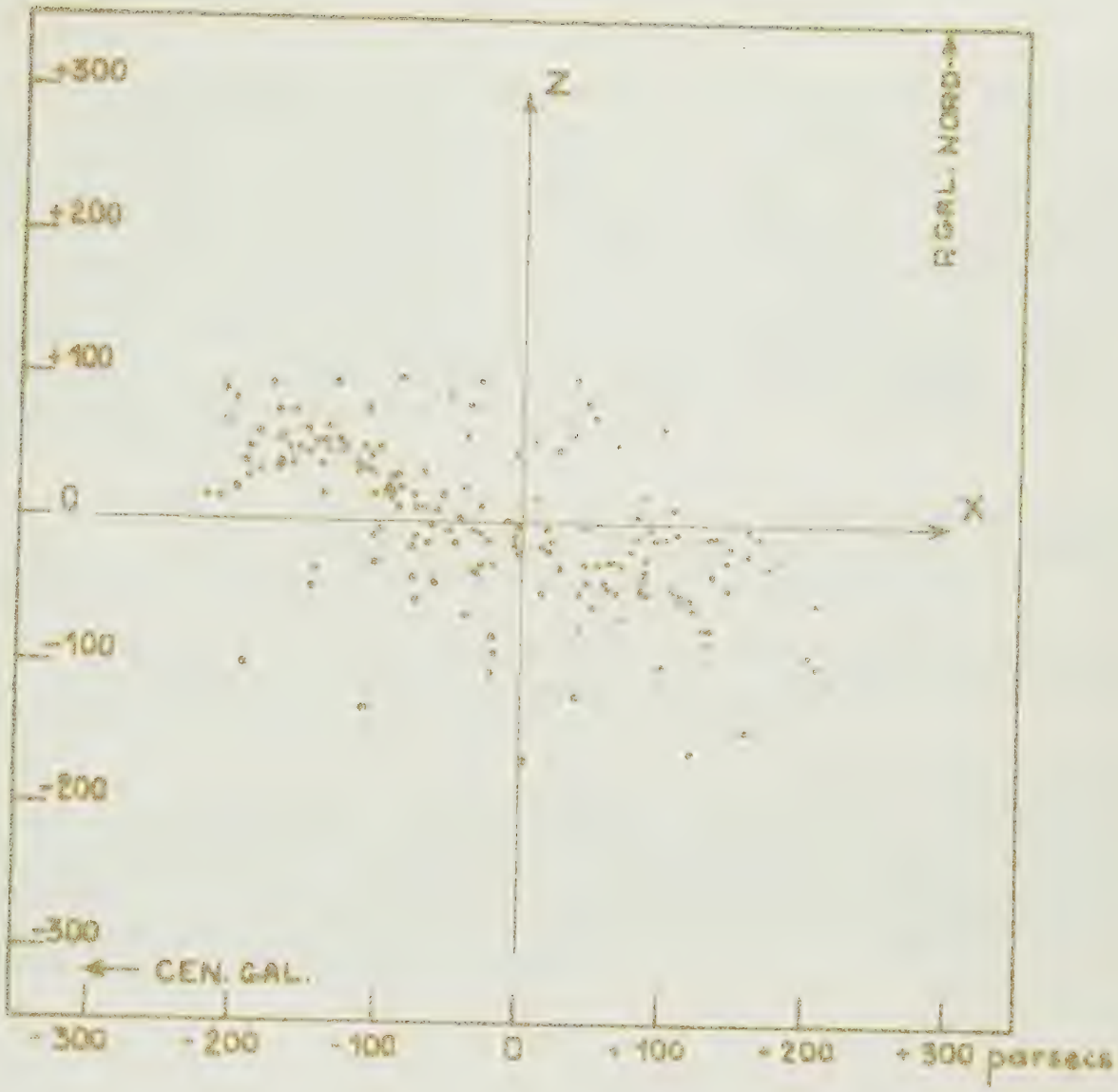

+300
+200
+100
0
-100
-200
-300
Z
X
P. GAL. NORD
CEN. GAL.
- 300
- 200
- 100
0
+ 100
+ 200
+ 300 parsecs

Fig. 151

Le fait que la vitesse moyenne de l'association du Scorpion-Centaure soit comprise dans la région C, permet de se demander si les étoiles dont les vitesses sont groupées dans cette concentration n'ont pas une distribution en rapport avec le système de Gould. Pour éprouver cette hypothèse, nous avons calculé, en projection sur un plan perpendiculaire au plan galactique et passant par le soleil et le centre de la galaxie, (plan sur lequel la ligne de plus grande pente du plan de Gould est peu inclinée), la distribution des positions, d'une part des étoiles Ap et d'autre part des étoiles A normales qui appartiennent, dans l'espace des vitesses à la région appelée précédemment région 'intérieure" et dont la plupart, comme nous l'avons vu, sont des étoiles du groupe C.

La figure 16 représente la distribution des étoiles Ap sur ce plan, La figure 17 celle des étoiles A normales et la gigure 18 (extraite du mémoire de M. Bonneau) celles des étoiles du groupe naturel OB de Morgan.

L'examen de ces figures permet sans doute de déceler dans la distribution des étoiles Ap une certaine relation avec le plan de Gould, relation qui semble ne pas exister pour les étoiles A normales.

La relative pauvreté du matériel interdit toute conclusion définitive. On peut cependant considerer qu'une recherche plus détaillée, permettant de trancher la question dont nous n'avons pu ici qu'ébaucher l'étude serait d'un grand intérêt, pour une meilleure connaissance des relations éventuelles entre les particularités spectrales des étoiles étudiées et les propriétés évolutives de la galaxie au voisinage du soleil.

BIBLIOGRAPHIE.

MAURY AC 1897 Harvard Ann 28 part I, 1

TITUS J, MORGAN WW, 1940 Ap J 92, 256

ROMAN N, MORGAN WW, EGGEN OJ, 1948 Ap J 107, 107

BERTAUD C, 1959 J. O 42, 45
1960 J. O 43, 129

VYSSOTSKY AN, 1951 Pub Mc Cormick XI part 3

EGGEN OJ, 1960 MN 120 430
1963 A. J 68 9
1959 The Observatory 79 p 197
1961 Royal Observatory 41

JENKINS L, 1952 General Catalogue of trigonometric stellar parallaxes

BLAAUW A, DELHAYE J, 1949 BAN X 400

KOPFF A, 1939 Astr Nachr 269 ou Mitt des Copp Inst 5, 4

BONNEAU M, 1964 Thèse encore inédite

BERTIAU 1958 Ap J 128, 533